

676

Д.Х.

КУЛЕВ И. Г.

# Производство соломенной м а с с ы

1983 ГОСЛЕСТЕХИЗДАТ 1983

51623



КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК  
СРОКОВ ВОЗВРАТА  
КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ  
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ  
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдач

2006.  
2007.

3 ТМО Т. 3600000 3. 3279—88

31.68

57623



И. Г. КУЛЕВ

676  
K-901

# Производство СОЛОМЕННОЙ МАССЫ

ИЗД. 1936 г. № 5/23 11/085  
1944 г.  
FO OK

АРХИВ

ЧИТ. ЗАЛ  
Центр. обл. биб-ки  
им. Боярского

МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЛЕСНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

КНИГОХРАНИЛИЩЕ  
ОБЛ. БИБЛИОТЕКИ  
г. СВЕРДЛОВСК

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Глава 1	
Солома, ее заготовка и хранение . . . . .	4
§ 1. Исторические сведения . . . . .	—
§ 2. Схема производства . . . . .	—
§ 3. Макроскопическое строение соломы . . . . .	5
§ 4. Микроскопическое строение соломы . . . . .	7
§ 5. Химические и физические свойства соломы . . . . .	10
§ 6. Заготовка и хранение соломы . . . . .	11
§ 7. Вопросы для самопроверки . . . . .	13
Глава 2	
Выработка соломенной массы . . . . .	14
§ 8. Измельчение соломы и соломорезочные машины . . . . .	—
§ 9. Транспортировка резаной соломы . . . . .	17
§ 10. Приготовление варочного щелока . . . . .	23
§ 11. Варка соломы с известью . . . . .	25
§ 12. Варочные котлы . . . . .	28
§ 13. Теплотехническая сторона варки соломы . . . . .	30
§ 14. Холодное вымачивание . . . . .	32
§ 15. Различие в качестве соломенной массы, получаемой варкой и хо- лодным вымачиванием . . . . .	33
§ 16. Другие способы обработки соломы . . . . .	34
§ 17. Обработка соломы на бегунах . . . . .	37
§ 18. Размол в роллах . . . . .	40
§ 19. Заключение . . . . .	43
§ 20. Вопросы для самопроверки . . . . .	47
§ 21. Контрольные вопросы и работы . . . . .	48



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий курс „Производство соломенной массы“ составлен главным—образом как пособие для заочных втузов и имеет целью:

1) Дать основные сведения об организации и протекании простейших технологических процессов, позволяющих использовать солому хлебных злаков для выработки бумаги.

2) Ознакомить с устройством и работой машин, применяемых в соломенно-массном производстве.

3) Дать обзор существующих методов обработки соломы.

4) Сообщить данные, накопленные опытом о расходе материалов, энергии, рабсилы и о различных режимах работы для того, чтобы прошедший настоящий курс мог свободно ориентироваться в постановке работы и технологических процессов соломенно-массного производства, мог организовать его работу и обладал критерием в отношении различных методов и способов обработки соломы.

При прохождении курса надлежит сначала прочитывать целиком каждую главу для того, чтобы иметь общее представление о вопросе, разбираемом в данной главе, а затем при вторичном чтении прорабатывать детали. Изучающий технологию должен помнить, что при прохождении курса не следует загромождать свою память цифрами, нормами, коэффициентами и т. д., а нужно стремиться ясно усвоить схему процесса, цели, преследуемые каждой операцией и, ее сущность, основные различия в методах обработки, получить ясное представление о конструкции оборудования и его действии и запомнить лишь характерные термины и приемы, специфические для данного производства. Для расширения кругозора учащегося, уяснения, какую значимость имеет сырье—солома в бумажной промышленности, как нарастают современные методы обработки и каковы перспективы использования соломы, курс начинается с краткого исторического очерка возникновения и развития соломенно-массного производства, а также—строения соломы хлебных злаков. Что касается подробного разбора процесса размола, то здесь он не освещен, так как этому уделено специальное место в других разделах курса „Технология бумаги“.

---



## СОЛОМА, ЕЕ ЗАГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ

### § 1. Исторические сведения

По сохранившимся сведениям, уже в 1756 г. в Германии некоторые фабрики применяли солому для выработки бумаги. К 1770 г. в Англии и особенно во Франции стал ощущаться сильный недостаток тряпья, являвшегося в то время основным сырьем для бумажного производства, и фабрики стали искать других видов сырья, которые могли бы заменить тряпье. И вот во Франции в департаментах Лимузен и Изер некоторым фабрикам удалось достигнуть значительных успехов в выработке бумаги из соломы, после чего это сырье стало получать широкое распространение. К этому времени уже имелись печатные труды по обработке соломы, как например Шеффера (1765 г.), а в 1853 г. получил права гражданства предложенный французом Мелье способ варки соломы со щелочью под давлением до 5 атм. с последующей отбелкой хлорной известью.

У нас в Союзе в настоящее время насчитывается до 20 мелких фабрик, вырабатывающих главным образом полусоломенную обертку (с примесью низких сортов тряпья), соломенную обертку и соломенный картон. Последние два сорта содержат обычно 100% соломы.

### § 2. Схема производства

Различают три вида полуфабрикатов для бумажного производства, получаемых из соломы: соломенную массу, полуцеллюлозу и целлюлозу.

Под первым видом продукции следует понимать массу, добываемую холодным устарелым способом размачивания соломы в воде или известковом молоке, с значительным сохранением в ней склеивающих и инкрустирующих веществ.

Соломенная полуцеллюлоза получается путем варки соломы под давлением с химикалиями, чем достигается более полное разрушение и удаление инкрустирующих веществ,<sup>1</sup> влекущее за собой значительно большее размягчение и разделение волокон соломы. У нас принято этот вид продукта именовать не совсем правильно „соломенной массой“.

Наконец, третий вид полуфабриката, добываемый из соломы, представляет собой почти чистую целлюлозу, подвергаемую обычно отбелке и употребляемую для высоких сортов бумаги.

Каждый из перечисленных выше способов обработки соломы в сильной степени влияет также на зольность получаемого полуфабриката, что в свою очередь влияет на качества вырабатываемой бумаги и картона.

---

<sup>1</sup> Об инкрустирующих веществах см. § 11.



Так например:

Соломен. картон, выраб.	1873 г.	содержал	20,13%	золы
	1878 г.		9,89	"
Бумага из соломы выраб.	1880 г.		6,78	"
Соломенная масса, вареная с едким натром и промытая . . . . .	1888 г.		2,40	"
То же тщательно промытая и беленая . . . . .	1888 г.		1,93	"
Современная целлюлоза			1,23	"

Задача настоящей книги—изучить обработку соломы для получения соломенной массы преимущественно наиболее распространенным способом, т. е. варкой соломы с химикалиями и дальнейшей переработкой на полуфабрикат, годный для выработки низких и средних сортов картона и бумаги.

У нас на некоторых фабриках принята схема производства, представленная на рис. 1.

### § 3. Макроскопическое строение соломы

Как известно, солома представляет собою побочный продукт культуры хлебных злаков однолетних растений, как-то: ржи, пшеницы, ячменя, овса и других, имеющих широкое распространение в СССР.

Урожайность соломы по опытным данным составляет:

Для ржи озимой . . . . .	от 1 до 3,5	т с гектара
" " яровой . . . . .	" 0,5 " 1,5	" "
" пшеницы (двухзернянки) . . . . .	" 3 " 4	" "
" овса . . . . .	" 1 " 4	" "
" ячменя . . . . .	" 2 " 3	" "

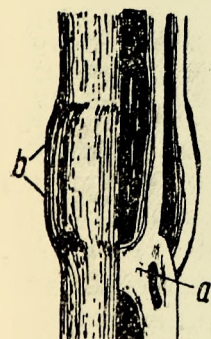


Рис. 2. Продольный разрез через узел стебля соломы.

Стебель злаков представляет собой пустотелый стержень, разделенный так называемыми узлами на сочленения или междуузлия. Высота стеблей, диаметр и толщина стенок их различны и зависят от сорта растения. В каждом месте образования узлов имеется поперечная стенка „а“, которая разделяет полость стебля (рис. 2).

Кроме того, каждый узел является местом произрастания листа.

Последнее верхнее сочленение обычно сильно сужается к вершине и заканчивается у ржи, пшеницы и ячменя колосом, а у овса — метелкой.

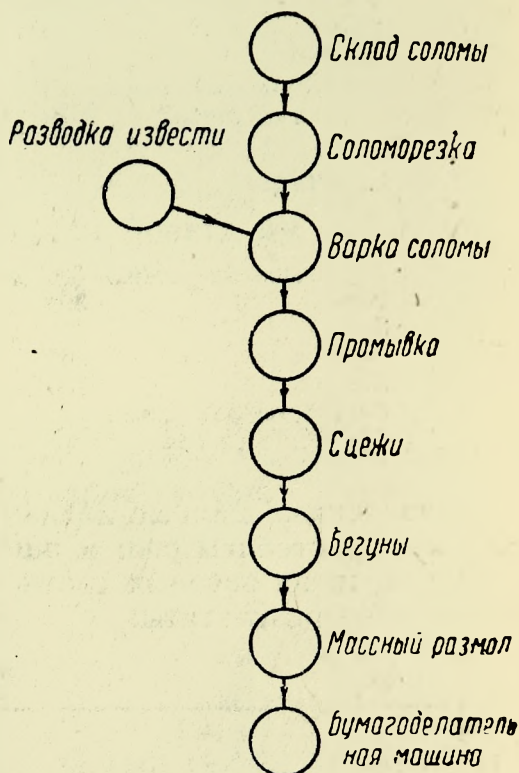


Рис. 1. Схема соломенно-массного производства, применяемая на некоторых фабриках у нас в СССР.



Высота хлебных злаков достигает следующих размеров: у ржи до 2-х м, у пшеницы  $1\frac{1}{3} \div 1\frac{1}{2}$  м, у ячменя и овса  $\frac{2}{3} \div 1$  м.

Для характеристики главных видов хлебных злаков приводим следующие данные:

Для ржи:

колос 155 мм длиной,  $10 \times 6$  мм в поперечных размерах.

1-е сочленение стебля	545 мм	длиной	1	$\div$	$1\frac{1}{2}$ мм	в диаметре
2-е	530	"	3	$\div$	$3\frac{1}{2}$	"
3-е	330	"	$3\frac{1}{2}$	$\div$	4	"
4-е	210	"	$3\frac{1}{2}$	$\div$	4	"
5-е (корневое) сочленение стебля	85	"	3	$\div$	4	"

Для пшеницы:

колос 105 мм длиной  $12 \times 10$  мм в поперечных размерах.

1-е сочленение стебля	387 мм	длиной	$1\frac{1}{4}$	$\div$	3 мм	в диаметре
2-е	303	"	$2\frac{1}{4}$	$\div$	$3\frac{1}{4}$	"
3-е	255	"	3	$\div$	$3\frac{1}{4}$	"
4-е	205	"	3	$\div$	$3\frac{1}{2}$	"
5-е	150	"	3	$\div$	4	"
6-е (корневое) сочленение стебля	60	"	3	$\div$	$3\frac{1}{4}$	"

Приведенные данные иллюстрируют характерные внешние различия между стеблем ржи и пшеницы (какие?).

Определения весовых соотношений различных частей стебля дали следующие результаты:

Для ржи

Части растения	Длина в мм	Диаметр в мм	Вес в граммах				
			Колос пустой	Стебель	Узлы	Листья	Сумма
Колос . . .	110	$10 \times 6$	0,241	—	—	—	0,241
1-е сочлен. .	490	$1 \div 2\frac{1}{2}$	—	0,214	0,021	0,084	0,319
2-е " .	430	$3 \div 4$	—	0,363	0,032	0,095	0,490
3-е " .	245	$3\frac{1}{2} \div 4\frac{1}{2}$	—	0,244	0,035	0,034	0,313
4-е " .	207	$4 \div 4\frac{1}{2}$	—	0,231	0,034	0,017	0,282
5-е " .	48	$4\frac{1}{2} \div 4\frac{3}{4}$	—	0,069	—	—	0,069
Сумма .	1,530	—	0,241	1,121	0,122	0,230	1,714
Вес в % .	—	—	14,06	65,40	7,12	13,42	100

Из приведенных данных видно, какую часть общего веса занимают различные части растения в соломе, ржи и пшеницы.

О роли, которую играют части растения в технологии выработки соломенной массы, речь будет ниже.



Для пшеницы

Части растения	Длина в мм	Диаметр в мм	Вес в граммах				
			Колос пустой	Стебель	Узлы	Листья	Сумма
Колос . . .	75	12 × 9	0,138	—	—	—	0,138
1-е сочлен. .	400	1 3/4 ÷ 2 1/4	—	0,250	0,025	0,145	0,420
2-е " . . .	360	3 ÷ 4	—	0,348	0,031	0,089	0,468
3-е " . . .	275	3 ÷ 4	—	0,306	0,032	0,076	0,414
4-е " . . .	195	3 1/4 ÷ 3 1/2	—	0,200	0,034	0,057	0,291
5-е " . . .	85	3 1/4	—	0,110	—	—	0,110
Сумма . . .	1,390	—	0,138	1,214	0,122	0,367	1,841
Вес в % . .	—	—	7,49	65,94	6,62	19,95	100

#### § 4. Микроскопическое строение соломы

Так как микроскопическое строение у стеблей различных хлебных злаков почти одинаково, то для изучения его мы воспользуемся одним каким-нибудь видом, например соломой ржи.

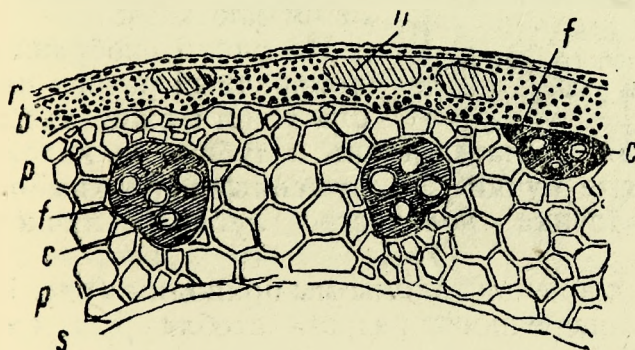


Рис. 3. Поперечный разрез через часть стенки стебля ржи.

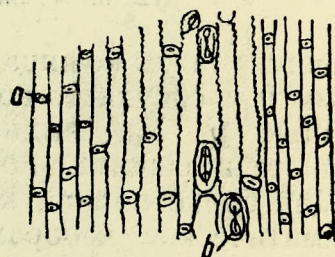


Рис. 4. Строение наружной кожицы стебля ржи.

Поперечный разрез стенки соломы, увеличенный под микроскопом в 100 раз (рис. 3), показывает следующие характерные части: наружную кожицу *r*, сетчатую часть с лубяными волокнами *b*, паренхимную ткань *p* и внутренний слой — остатки сердцевины *s*.

Наружная кожица представляет собою подобие панцрной оболочки стебля, состоящей из удлинённых клеток, содержащих кремневые соединения.

У кожицы различают клетки двух родов: одни с более широкими зазубринами, другие с мелкими (рис. 9 *O*). В местах соединения узких концов этих зубчатых клеток можно наблюдать, на поверхности кожицы, маленькие круглые отверстия *a*, более грубые клетки часто образуют также продолговатые устья *b* (рис. 4). Эти отверстия служат для поглощения и выхода газов и влаги в процессе роста.

На рис. 5 представлена микрофотография продольного разреза наружной кожицы стебля ржи в стократном увеличении.

Сетчатая часть *b* (рис. 3) в созревшем растении включает в себя полые пространства с остатками плазмы.

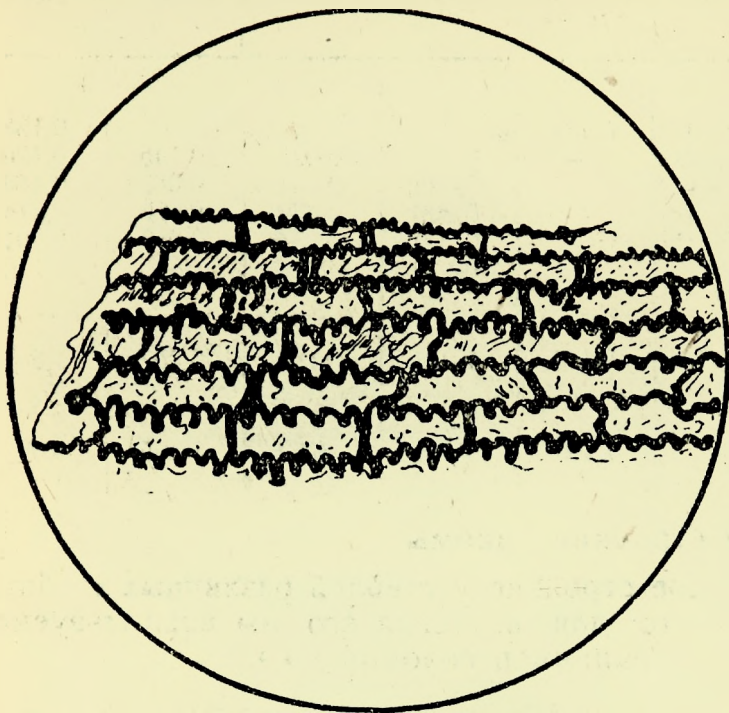


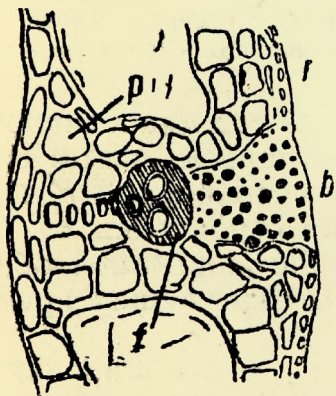
Рис. 5. Микрофотография продольного среза на ружной кожицы стебля ржи.

В паренхимной ткани „Р“ (рис. 3) находятся сосудисто-волокнистые пучки *f*. Эти пучки представляют собой кольцевые или спиральные сосуды *c*, окруженные волокнами: волокна, обращенные к периферии стебля, представляют собой мягкий луб и называются флоэмой, а обращенные к сердцевине — одревесневшие — называются ксилемой. Все эти волокнистые элементы окружены толстостенными одревесневшими прозенхимными клетками.

На рис. 6 изображен поперечный разрез части листа ржи: здесь

имеется таже кожица *г*, узкая сетчатая ткань с лубяными волокнами *b* и сосудисто-волокнистые пучки *f*, окруженные паренхимной тканью *р*. Как видно из рисунка, количество лубяных пучков в листе незначительно.

Для более полной картины строения соломы мы приводим (рис. 7) схематическое изображение поперечного разреза стебля ржи, где



ис. 6. Поперечный разрез через часть листа хлебного злака.

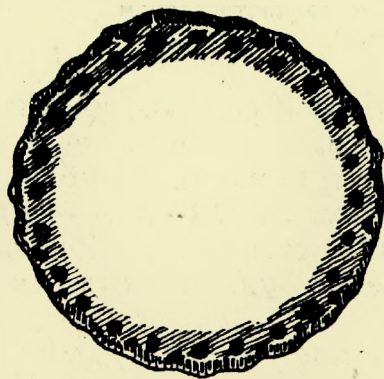


Рис. 7. Строение стебля ржи в поперечном разрезе.

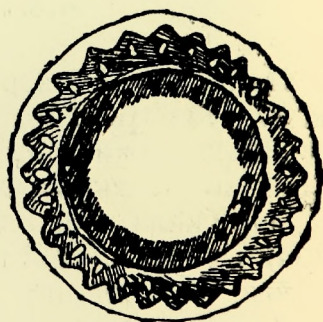


Рис. 8. Поперечный разрез через узел соломы ржи.

черными точками изображено расположение сосудисто-волокнистых пучков. На рис. 8 изображен поперечный разрез через узел сухого



ржаного стебля. Внутренний меньший круг с концентрическими черными точками изображает разрез через стебель, а наружное кольцо представляет собой основание листа, при чем белые точки обозначают начала со- судистых пучков, идущих в листьях (продольный разрез через узел изображен на рис. 2).

У спелых стеблей узлы достигают твердости рога и в процессе обработки труднее всего поддаются размягчению.

Что касается вида и формы элементарных клеток различных частей растения, то такие имеют самое разнообразное строение и очертания.

На рис. 9 в 100-кратном увеличении приведены изображения элементарных клеток различных частей стебля соломы, на которые он частично распадается при выработке соломенной массы; *b*—лубяные волокна, *p*—волокна паренхимы, *s*—сетчатые сосуды, *r*—кольцеобразные сосуды, *sp*—спиральные, *h*—одревяневшие, *o*—волокна наружной оболочки,<sup>1</sup> *a*—волокна колоса, *k*—элементы узлов стебля.

Размеры перечисленных элементарных клеток видны из таблицы на стр. 11.

Образование бумажного листа в основном есть процесс сплетения волокон, сопровождающегося склеиванием. Важную роль в этом процессе имеет отношение толщины (или ширины) волокна к его длине, которое, по Клемму, должно быть не менее 1:50. Если считать, что при обработке соломы даже большая часть ее разделится на элементарные волокна, то из приведенных данных видно, что лубяные волокна больше всего удовлетворяют этим требованиям.

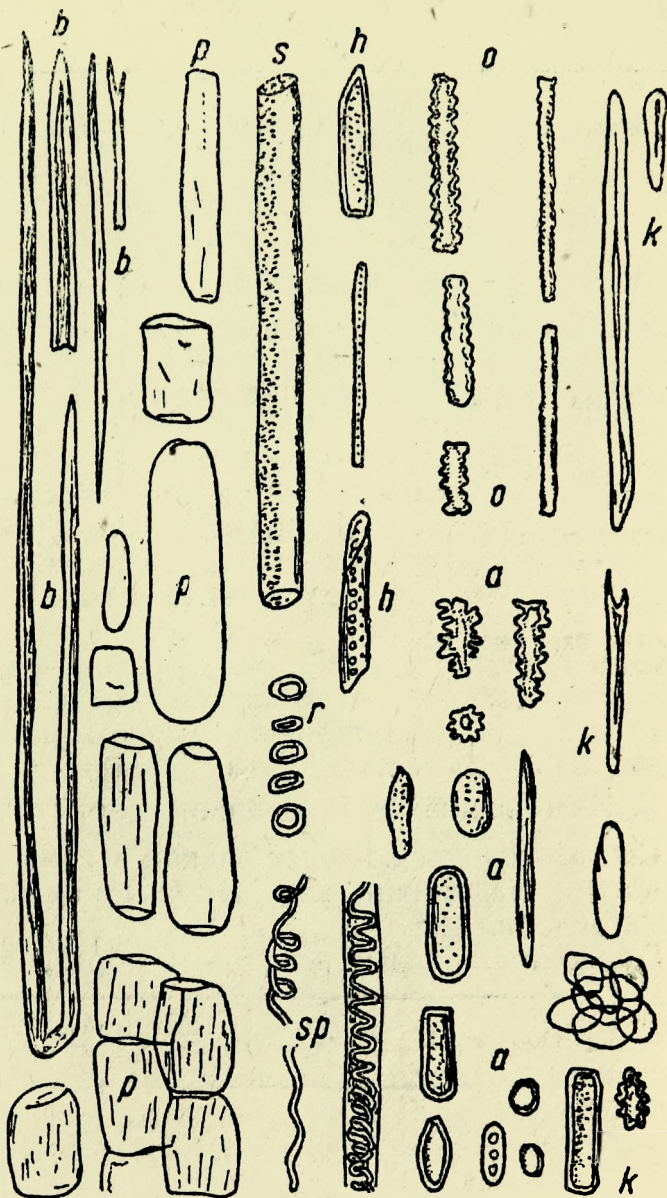


Рис. 9. Элементарные клетки различных частей соломы.

<sup>1</sup> Характерные для соломенных бумаг при микроанализе.

Наименование клеток	Обозначен на рис. 9	Длина в мм		Ширина или толщ. в мм		Характеристика
		от	до	от	до	
Дубяные . . . . .	<i>b</i>	0,45	1,9	0,01	0,025	Чаще всего клетки имеют длину 1,5 мм и ширину 0,015 мм. Канал очень узкий, редко превышает 0,01 мм. Концы клеток обычно острые, сильно вытянутые.
Паренхимные . . . . .	<i>p</i>	0,06	0,3	0,02	0,08	Тонкостенные, имеют вид мешочков или чехлов.
Сетчатые (сосуды) . . . . .	<i>s</i>	—	0,6	—	0,05	Имеют вид трубок, открытых с двух сторон.
Кольцевые и спиральные . . . . .	<i>r, sp</i>	0,015	0,035	—	0,005	Очень нежные элементы.
Одеревяневшие . . . . .	<i>h</i>	0,15	0,2	0,025	0,035	Имеют сходство с волокнами сердцевинных лучей древесины.
Клетки наружной кожицы . . . . .	<i>o, a, k</i>	0,075	0,25	0,015	0,02	Форма и размеры элементов у одного и того же растения весьма разнообразны.
		0,2	0,3	0,01	0,015	

## § 5. Химические и физические свойства соломы

Состав соломы хлебных злаков весьма разнообразен и зависит от целого ряда причин, как например от качества почвы, климатических условий и т. д.

Приводим анализы некоторых образцов соломы.

Образец №	Целлюлозы %	Пентозанов %	Лигнина %	Золы %
1	39,20	29,44	23,48	7,88
2	31,35	29,27	34,95	3,77
3	35,24	24,13	35,56	5,07
4	32,13	34,57	24,80	8,50
5	40,23	34,26	20,85	4,66

Характерным для соломы хлебных злаков является большое содержание в ней пентозанов. В последнее время соломе ржи и пшеницы уделялось на страницах технической литературы особое внимание, вследствие того, что в соломе этих злаков обнаружены своеобразные углеводороды, которые, не будучи пентозанами, способны при определенных условиях отщеплять фурфурол.

Эти углеводороды найдены, изолированы и подвергались изучению Кроссом и Бивеном, которые называли их фуроидами.



По исследованиям же А. Хауга, главным источником образования фурфурола, при соответствующей обработке соломы, являются цен-тозаны, содержащиеся в соломе в больших количествах и в особенности один из представителей таковых — ксилан, имеющий состав  $C_{10}H_{18}O_9$ .

По данным Липмана, ксилана обнаружено в различных сортах соломы следующее количество:

в соломе ржи . . . . .	24,8 ÷ 29,1 %
„ „ пшеницы . . . . .	23,9 ÷ 26,5 %
„ „ ячменя . . . . .	24,5 %
„ „ овса . . . . .	24,8 %

Что касается сравнения соломы различных хлебных злаков с точки зрения выхода из нее клетчатки, т. е. материала годного для производства бумаги, то на первом месте стоит солома ржи, растущей на не очень жирном грунте, при чем предпочтительнее озимая, так как она меньше содержит сорных трав. На втором месте по выходу волокна стоит пшеничная солома. Эти два сорта обычно и употребляются для производства соломенной массы и целлюлозы, остальные сорта являются менее ценными.

Если например выход волокна из ржаной соломы принять за 100, то из пшеничной, выход соответственно будет 90, из овсяной—80 и из ячменной—70.

Химический состав соломы в настоящее время полностью не изучен. Среди практиков установилось мнение, что механические свойства бумаги из волокон соломенной целлюлозы проистекают в известной степени от природы самой целлюлозы и уступают бумаге из древесной целлюлозы. Между тем лабораторные исследования и новейшие опыты в фабричном масштабе показали, что соломенная целлюлоза дает бумагу, по своим механическим свойствам ничуть не уступающую бумаге из древесной целлюлозы.

С точки зрения физических свойств, играющих роль для бумажного производства, нужно отметить, что характерной особенностью соломы является способность присоединять к себе воду и при размоле желатинизироваться. Что касается различных сортов соломы, то самая прочная бумага среди соломенных получается из ржаной соломы. Масса из пшеничной соломы, имея под микроскопом такую же структуру, как и ржаная, содержит большое количество узелков, что значительно понижает качество бумаги. Ячменная солома дает грубую, ломкую массу и трудно освобождается от инкрустирующих веществ. То же можно сказать и об овсяной соломе, которая содержит к тому же особенно большое количество толстых узелков.

## § 6. Заготовка и хранение соломы

Доставка соломы на фабрики обычно происходит непосредственно после молотбы, когда солома еще может оказаться недостаточно сухой. Нормальной влажностью для соломы можно считать 7—8%. Предельная влажность при хранении—14%. При хранении соломы с влажностью выше 14%, в особенности прессованной, может начаться гниение, связанное с повышением температуры, и даже самовозгорание. Кроме того, самый процесс прения влажной соломы влечет за собой большие потери при ее обработке.

Но слишком пересушенная солома, например долго лежавшая на солнце, также плохо поддается обработке, трудно освобождается от инкрустирующих веществ и дает хрупкий, ломкий материал. Поэтому *желательной влажностью для соломы при заготовке нужно считать 10—12% влаги. Это первое важное условие, на которое следует обращать внимание.*

Вторым обстоятельством отметим следующее: наименьшую ценность для добывания волокна из соломы представляет самая нижняя часть стебля, как более всего одеревяневшая, и остатки колоса. Поэтому *при заблаговременных договорах на поставку соломы, когда урожаи еще не сняты, следует обуславливать с поставщиками, чтобы стебли косились на высоте около 15 см выше корня и тщательно обмолачивались* в целях возможно большего освобождения соломы от колосьев. Такая солома дает лучшие выходы вол окна и лучший материал для бумаги. Между тем остатки колоса для сельского хозяйства представляют интерес, так как являются хорошим кормом для скота. Третий фактор, который тоже имеет важное значение для получения хорошей соломенной массы, это *отсутствие сорных трав в соломе*. Выше уже указывалось, какие естественные условия дают незасоренную солому, но вместе с тем при заготовке необходимо тщательно следить за сорностью соломы, так как в практике бывали случаи, что содержание сорных трав достигало 50%.

Заготовка соломы носит сезонный характер, и запасы производятся от одного до другого урожая, поэтому вопросы хранения соломы имеют в соломенно-массном производстве серьезное значение.

О том, какому способу хранения соломы следует отдать предпочтение, т. е. скирдовому или прессованной, решается местными условиями. Скирдовая немтая солома имеет те положительные качества, что она легко поддается сортировке, дает сравнительно однородную резку и легко освобождается от пыли, грязи, камней и других посторонних предметов. Но перевозка и хранение непрессованной соломы связаны с большими неудобствами: 100 кг непрессованной соломы занимают объем около 1 куб м, так что если в обыкновенный вагон вмещается около 6 т прессованной соломы, то непрессованной — лишь от 2 до 3 т.

Хранение скирдовой соломы производится обычно под открытым небом в длинных скирдах с тщательно закрепленными концами и двухскатным верхом. Класть солому на землю не рекомендуется, во избежание подмачивания, загнивания и появления плесени. Лучше складывать ее на подкладки из досок и хвороста, оставляя между скирдом и землей промежуток для вентиляции.

Тем не менее при таком способе хранения происходит загрязнение наружной части скирд песком, золой и угольной пылью, выветривание и выгорание под действием дождя и солнца, так что потери в скирдах достигают до 8%.

Прессование соломы в прямоугольные или круглые тюки производится обычно на местах молотбы злаков при помощи обыкновенного ручного пресса или передвижных механических прессов. Упаковка обычно производится железной проволокой. Тюк соломы размерами  $1,2 \times 0,5 \times 0,5$  м весит около 50 кг, так что 1 куб. м прессованной соломы весит около 170 кг.



Отрицательные качества прессованной соломы сказываются в том, что резка ее получается менее равномерной, чем при немятой соломе, загрязнения, которые попадают в тюках, не так легко отделяются, кроме того, проволока и другие твердые предметы, попадающиеся в тюках, часто портят ножи соломорезок. Но, с другой стороны, считают, что самый процесс прессования является, в известной мере, механической обработкой соломы до варки и облегчает в дальнейшем дефибрирование; прессованная солома удобна для перевозки, слабее впитывает влагу, меньше выветривается и не так сильно поддается действию огня при пожаре.

Хранить прессованную солому лучше всего под навесами или в сараях, снабженных хорошей вентиляцией, в крайнем случае ее складывают в штабеля на подстилках, как сказано выше, и покрывают сверху немятой соломой или брезентами, оставляя вентиляционные ходы. Укладку тюков в сараях следует вести в зависимости от помещений, с оставлением вдоль стен свободных проходов. Штабели лучше всего делать высотой в 3—4 м, с оставлением промежутков между ними в 20—50 см для проветривания. Вдоль южной стены сарая следует оставлять более широкий проход—до 1,5 м, так как южная сторона летом сильно нагревается солнцем.

При приемке прессованной соломы нужно также тщательно следить за сухостью ее, для чего некоторое количество тюков следует вскрывать для определения влажности; кроме того, в течение 1—2 месяцев, со дня укладки ведут наблюдение за складами, проверяя температуру, так как признаками самовозгорания соломы служит постепенное повышение температуры, прелый запах и выделение паров.

Если солома поступила на склад в подмоченном виде, то ее надлежит возможно просторнее складывать отдельно и расходовать в первую очередь.

В случае недостатка складских помещений или навесов, штабели под открытым небом надлежит укладывать с проходами и разрывами не менее 4 м, при чем, если штабели имеют удлиненную форму, то длинные проходы следует располагать в направлении ветров, господствующих в данной местности. Для складывания как скирд, так и штабелей надлежит выбирать возвышенные места. Склады и площади для хранения соломы должны быть удалены от фабричных и других построек, не менее чем на 200 м. Только огнестойкие склады можно располагать вблизи фабрики.

## § 7. Вопросы для самопроверки

1) Какие виды полуфабрикатов для бумажного производства получают из соломы?

2) Какие основные различия в качестве полуфабрикатов, получаемых из соломы?

3) Какой из хлебных злаков содержит наибольшее количество целлюлозы?

4) Какая влажность соломы считается нормальной и какая желательной при заготовке и почему?

5) Какие преимущества и недостатки прессованной и скирдовой соломы?

6) Какие существуют правила укладки и хранения соломы?

7) Почему для складывания соломы надлежит выбирать возвышенные места?

8) Какие соображения не позволяют строить склады соломы вблизи фабрик и какие для этого существуют нормы?

## Глава 2

### ВЫРАБОТКА СОЛОМЕННОЙ МАССЫ

#### § 8. Измельчение соломы и соломорезочные машины

Некоторые бумажные фабрики за границей производят варку соломы в нерезаном виде, но большей частью и в особенности у нас в Союзе, для более равномерного провара и лучшей предварительной очистки, солому подвергают резке на мелкие кусочки.

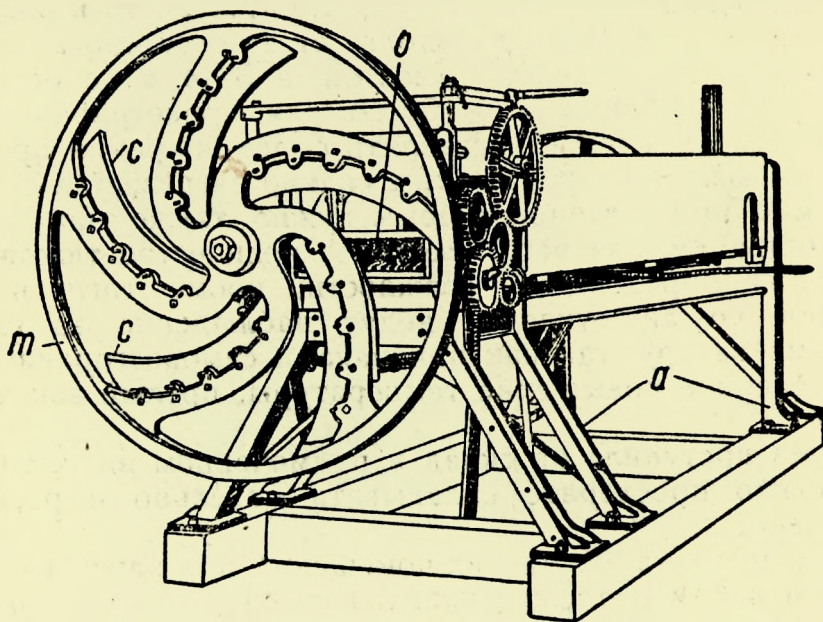


Рис. 10. Соломорезка обычного типа

*а*—станина, *т*—маховик с ножами, *о*—отверстие для подачи соломы под ножи

Величина сечки различна: от 25 до 50 мм и фабрики выбирают ее опытным путем. Для соломенной обертки солома сечется обычно длиной около 30 мм. Наиболее распространенный в настоящее время тип соломорезки представляет собою станину с вращающимся маховиком и укрепленными на нем изогнутыми ножами.

Солома накладывается в жолоб *а* и через прямоугольное отверстие *о* подается под ножи *с* маховика *т* (рис. 10). Дно жолоба представляет (рис. 11) собою ленточный транспортер *Т*, обычно из брусков углового железа, укрепленных поперек двух цепей,двигающихся по двум парам зубчатых колес *б* и *п*. В конце транспортера над колесами *б* находится направляющий валик *к* верхней цепи *н*. Валик *к* устроен таким образом, что он может перемещаться вверх и вниз в вертикальном направлении; солома, поступая по жолобу в направлении, указанном стрелкой, захватывается нижней ведущей частью цепи *н* и транспортером *Т* и прижимается валиком *к* к вращающемуся валику *д*, укрепленному неподвижными подшипниками к раме со-



ломорезки. Прижим валиком  $k$  производится под действием пружин или грузов  $p$ , оттягивающих валик книзу.

В зависимости от количества пропускаемой соломы, маховики соломорезки снабжены 3, 4 или 5-ю ножами. Маховик, на котором

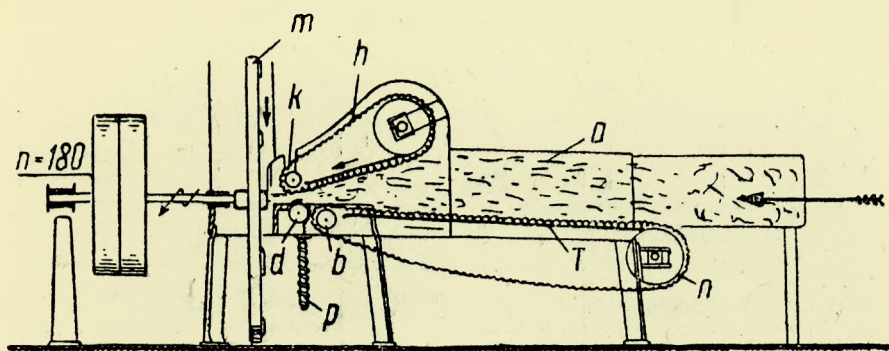


Рис. 11. Чертеж соломорезки.

укреплены ножи, имеет 1500—2000 мм в диаметре и делает от 180 до 200 оборотов в минуту. Мощность соломорезок различна и при производительности от 3 до 8 т в час они потребляют от 12 до 15 л. с., так что расход энергии на резку 1 т соломы составляет около 4 сил/часов.

На рис. 10 показана мощная современная соломорезка, у которой имеется приспособление, позволяющее производить резку соломы на куски различной длины.

Кроме описанных соломорезок с ножами на маховиках, существуют еще соломорезки барабанного типа. Эти соломорезки, более сложной конструкции и меньшей производительности, на практике не привились.

Точка ножей для соломорезок производится или на обычных тонких наждачных кругах или при помощи специальных точильных станков, изображенных на рис. 12.

В виду неудобства транспортировки как тюковой, так и сноповой соломы, большого количества пыли, получающейся при рубке и в интересах пожарной безопасности, соломорезки обычно устанавливаются вне стен фабричного здания в таких местах, куда удобно доставлять нерезаную солому. Резаная же солома транспортируется весьма удобно пневматическим путем

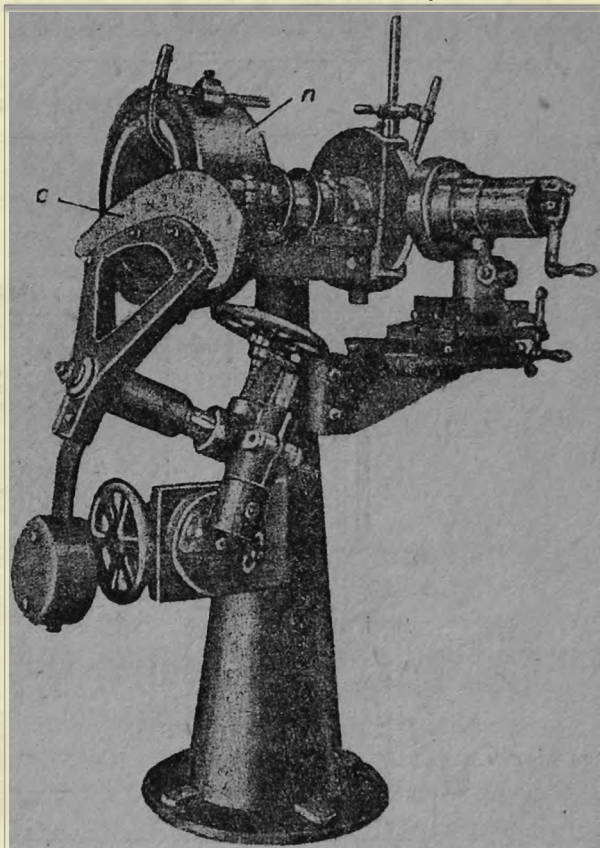


Рис. 12. Станок для точки ножей соломорезки

с—нож, поставленный на точку, h—точильный камень.



в специальные закрома или «сидосы» фабрики над варочными котлами, откуда она засыпается непосредственно в котлы.

Существуют соломорезки, у которых режущий маховик одновременно несет на себе лопасти вентилятора, смешивающего солому

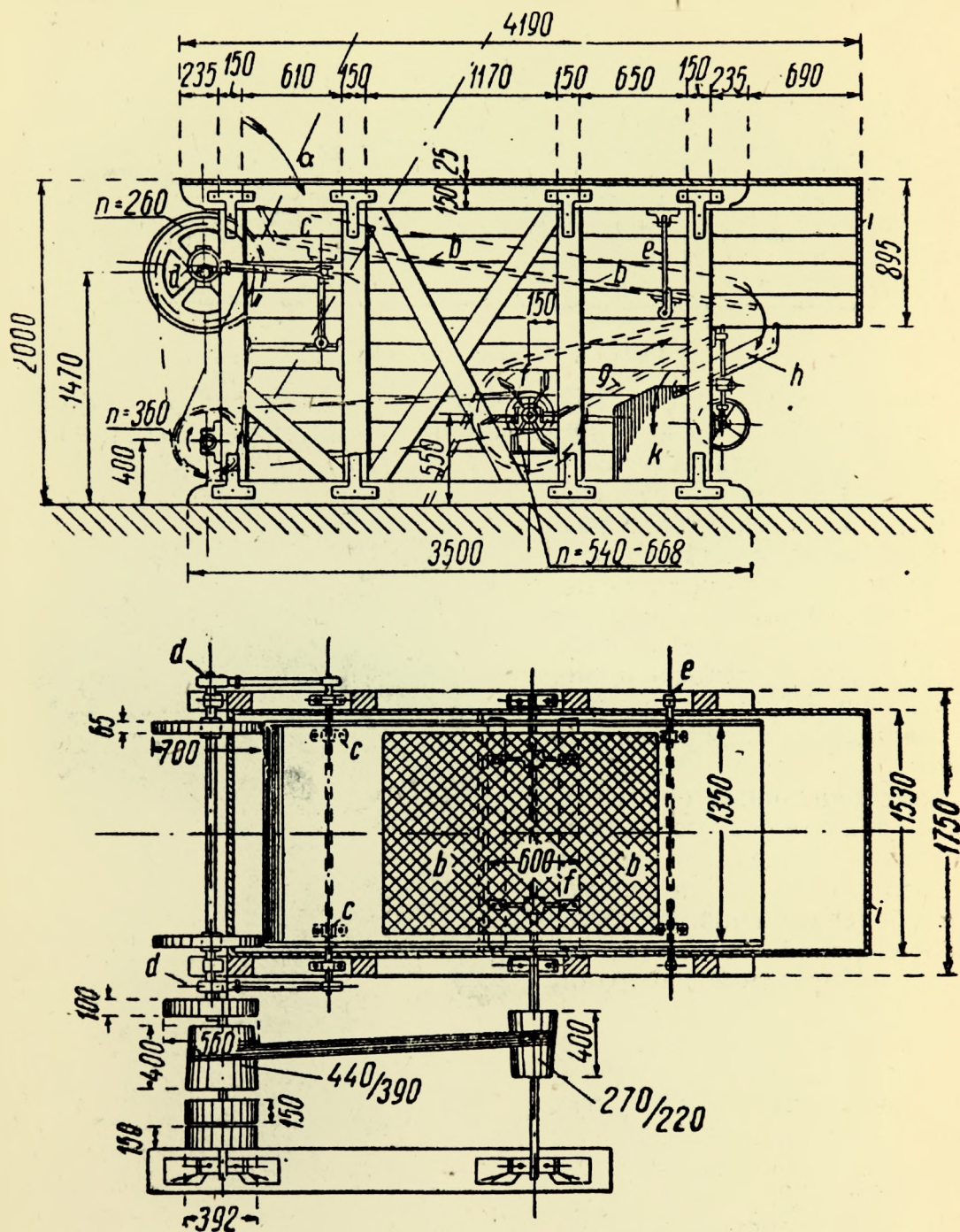


Рис. 13. Веялка для соломенной сечки.

с воздухом и транспортирующего сечку в закрома. Неудобство таких соломорезок заключается в непродолжительности службы ножей благодаря быстрому вращению маховика, делающего до 250 об./мин. Практика показала, что около 12—13% времени работы такой машины тратится на точку ножей, а продолжительность



службы ножа составляет около 130 рабочих часов. Для устранения потерь во времени на точку ножей стали применять приспособления, которые производят точку ножей автоматически во время работы машины.

Для очистки от зерен, песка и других загрязнений сечку пропускают иногда через плоские, наклонные качающиеся сита с круглыми отверстиями диаметром в 4,5—6 мм при ширине сит 2000—2500 мм и длине 3500—4500 мм. Одно из устройств таких сит показано на рис. 13 в боковом виде и в плане. Производительность сита от 400 до 500 кг в час сечки на 1 пог. м ширины.

Сечка поступает на сито *b* через отверстие *a*. Верхний край сита *c* прикреплен к пружинам, которые приводятся в качающееся движение эксцентриками *d*. Нижний край сита прикреплен к эластичным деревянным планкам *e*. Загрязняющие сечку вещества, как то: песок, зерна, мелкие камешки и т. д. проваливаются через сито и собираются в ящике под сеткой. В кожухе *g* находится вентилятор *f*, который подает воздух под нижний край сита. Силой воздуха сечка вздымается и, ударяясь о стенку другого кожуха *i*, падает вниз, как указано стрелкой. Тяжелые и крупные частицы, не проходящие через сито, падают в жолоб *h*, а затем в ящик *k*, откуда удаляются. Расход энергии на такое сито составляет 2—2½ л. с. в час на каждый м ширины сита.

Потери при резке и сортировке составляют 3—6% от веса соломы, поступившей на соломорезку. Из этого количества от 0,5 до 1,0% падает на зерно, около 3% на пыль, песок и труху, 2—3% — на узлы. Необходимо иметь в виду, что процессы рубки и сортировки соломы связаны обычно с большим выделением пыли. Поэтому как аппараты, так и помещения, в которых происходят указанные операции, необходимо оборудовать мощными вентиляционными установками, с отводом пыли в специальные пыльные камеры подобно тому, как это практикуется при процессах сухой обработки тряпья.

## § 9. Транспортировка резаной соломы

На рис. 14 показана установка соломорезки *c*, сортировочной сетки *d*, транспортирующего вентилятора *e*, трубопровода *f*, приемника для соломы (циклона) *g* и силосов для сечки *III*.

Вентилятор для подачи сечки обычно делается из листового железа и снабжается крылаткой специального устройства, рассчитанной таким образом, чтобы в случае попадания в вентилятор длинных стеблей соломы, они не заматывались на валу и не застревали на лопастях. Солома вместе с воздухом засасывается в отверстие *a* (рис. 15), под действием центробежной силы отбрасывается к внутренней стороне кожуха *b*, а затем устремляется в трубу *c* и гонится дальше по трубопроводу.

По опытным данным скорость воздуха в трубах не должна превышать 22—25 м в секунду, а 1 куб. м воздуха может увлечь с собой не более 200—250 г сечки.

Размеры трубопровода и вентилятора зависят от количества подаваемой сечки и воздуха. Расход же энергии зависит кроме того от высоты, на которую надлежит подать солому и от длины трубопровода. Последние две величины измеряются сопротивлением, ко-

торое нужно преодолеть воздуху при подъеме и движении в трубопроводе и выражается в мм высоты водяного столба.

*Пример.*<sup>1</sup> В час требуется пневматически подать 8 т соломенной сечки на расстояние 140—150 м и на высоту 10 м. Избыточное

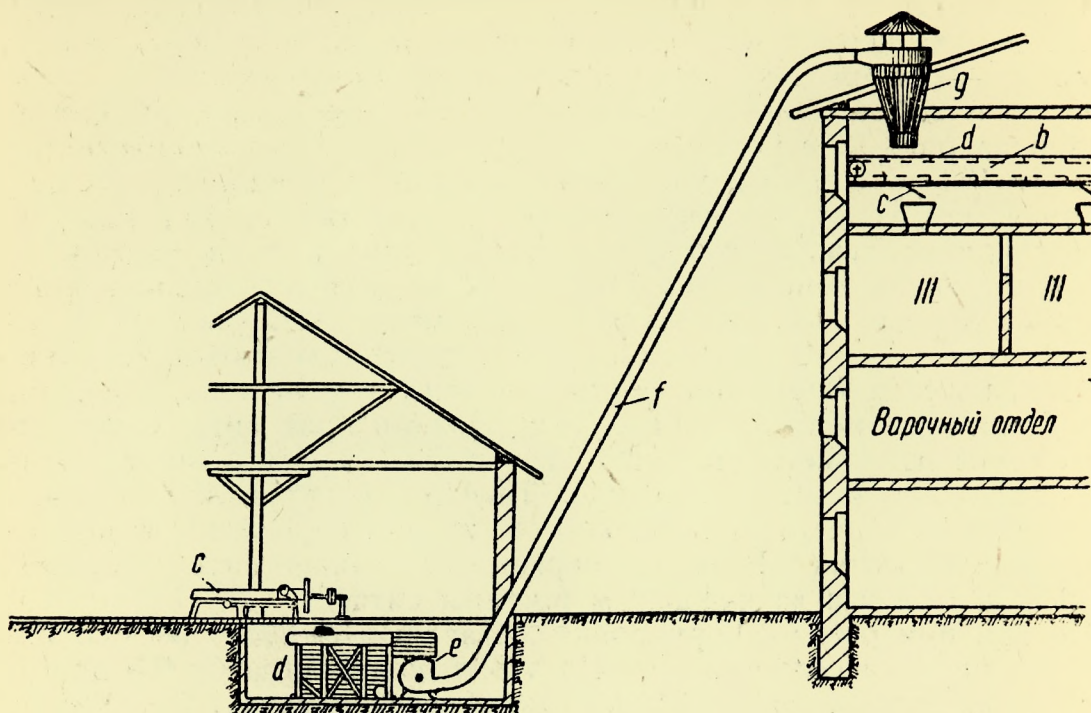


Рис. 14. Установка соломорезки и подача сечки пневматическим способом.

давление в вентилятор должно быть  $h \leq 160$  мм водяного столба. Тогда вентилятор потребует

$$N = \frac{Q \cdot h}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \text{ л. с.}$$

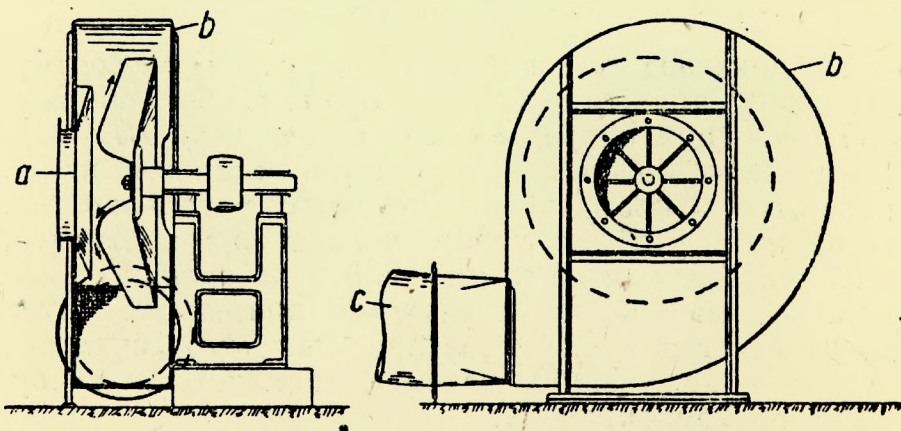


Рис. 15. Чертеж вентилятора для транспортировки резаной соломы.

Эта формула служит для определения мощности, необходимой для работы вентилятора. Мощность эта, пропорциональная количеству кубических метров воздуха, которые требуется подать вентилятором

<sup>1</sup> Цитируется из Мюллера „Производство бумаги и его оборудование“, ч. I.



$\frac{Q}{60}$  в секунду, и давлению воздуха  $h$ , необходимому для подачи солом  $\frac{Q \cdot h}{60}$ , представляет собою теоретическую мощность, выраженную в килограммометрах в секунду. Для того чтобы перевести ее в лошадиные силы, мы делим это выражение на 75 (1 л. с. = 75 кг/м).

Фактическая мощность по сравнению с теоретической будет больше в зависимости от коэффициента полезного действия работы вентилятора, который обуславливается потерями, неизбежными при работе всякого механизма. Поэтому делим полученное выражение  $\frac{Q \cdot h}{60 \cdot 75}$  на коэффициент полезного действия  $\eta$  и получаем выражение для мощности, требуемой вентилятором.

Обозначения в формуле для определения мощности, необходимой вентилятору:

$Q$  = количество воздуха в куб. м в минуту,

$h$  = высота водяного столба в мм,

$\eta$  = коэффициент полезного действия вентилятора  $\leq 0,3 = \eta_v \cdot \eta_m$

$\eta_v = 0,75$  (объемный коэффициент полезного действия),

$\eta_m = 0,4$  (механический коэффициент полезного действия),

Количество сечки в минуту:

$$\frac{8000}{60} = 133 \text{ кг.}$$

Количество сечки, которое может переместить 1 куб. м воздуха = 250 г = 0,25 кг.

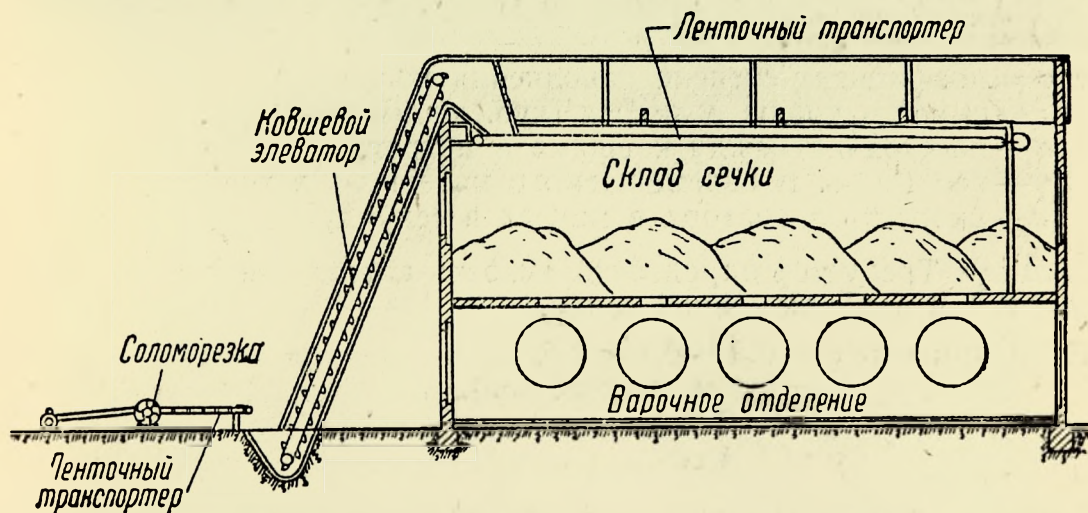


Рис. 16. Установка ковшевого элеватора и ленточного транспортера для сечки.

Следовательно, количество воздуха, которое потребуется в 1 мин.

$$Q = \frac{133}{0,25} = 530 \text{ куб. м/мин.} = 8,85 \text{ куб. м в сек.,}$$

отсюда

$$N = \frac{530 \cdot 160}{60 \cdot 75 \cdot 0,30} = 57 \text{ л. с.}$$

Принимая скорость для воздуха 25 м в секунду и зная его количество 8,85 куб. м в секунду, определим сечение и диаметр трубопровода:

$$\text{сечение } F = \frac{8,85}{25} = 0,354 \text{ кв. м}$$

$$\text{диаметр } = d = \sqrt{\frac{0,354 \cdot 4}{\pi}} = 670 \text{ мм.}$$

На 530 куб. м воздуха в минуту требуется циклон диаметром примерно 3—3,5 м и высотой в 7 м. Назначение циклона принимать сечку и отделять от нее пыль и воздух.

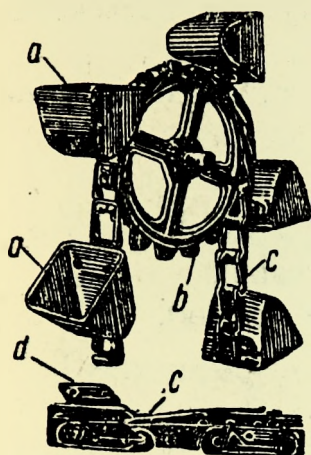


Рис. 17. Деталь ковшевого элеватора

*a*—ковши, *c*—цепь, *b*—ведущее зубчатое колесо, *d*—лапы, прикрепляющие ковши к цепи.

Если взаимное расположение соломорезки и силосов или варочных котлов позволяет, то для подъема сечки в верхние этажи фабрики пользуются ковшевым элеватором (рис. 16), а для горизонтального передвижения—ленточными транспортерами. На рис. 17 представлено устройство верхнего ведущего колеса ковшевого транспортера и прикрепление ковшей к цепи.

Такой способ транспортировки рекомендуется также при влажной соломе, во избежание закупорки труб пневматических транспортеров.

Производительность ковшевого элеватора определяется из формулы:

$$Q = 3,6 \varphi \frac{i}{a} \gamma v \text{ т в час,}$$

где  $\varphi$ —коэффициент степени наполнения ковша,  
 $i$ —емкость ковша в литрах (куб. дециметрах),  
 $a$ —расстояние между ковшами в метрах,  
 $\gamma$ —вес 1 куб. м перемещаемого материала в тоннах,  
 $v$ —скорость элеватора в метрах в секунду.

**Пример.** Требуется определить емкость ковша для транспортирования 8 т в час соломенной сечки.

Если принять  $\varphi = 0,5 - 0,7 \sim 0,6$ ,  
 $a = 0,4$  м (шаг ковша),  
 $\gamma = 0,06$  т,  
 $v = 3$  м/сек.,

то

$$i = \frac{Q \cdot a}{3,6 \cdot \varphi \gamma v} = \frac{8 \cdot 0,4}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,06 \cdot 3} = 8 \text{ л.}$$

Расход энергии для ковшевого транспортера (элеватора) определяется из формулы:

$$N = \frac{Q \cdot H}{135 \cdot \eta} \text{ л. с.,}$$

где  $Q$ —производительность элеватора в т в час,  
 $H$ —высота подъема в м,  
 $\eta$ —коэффициент полезного действия передачи.



*Пример.* В час требуется подать на высоту 10 м 8 т соломенной сечки, принимая  $\eta = 0,2$ . Элеватор потребует энергии:

$$N = \frac{8 \cdot 10}{135 \cdot 0,2} \approx \text{л. с.}$$

Перемещение сечки в закрома в горизонтальном направлении производится, как указано выше, ленточными транспортерами.

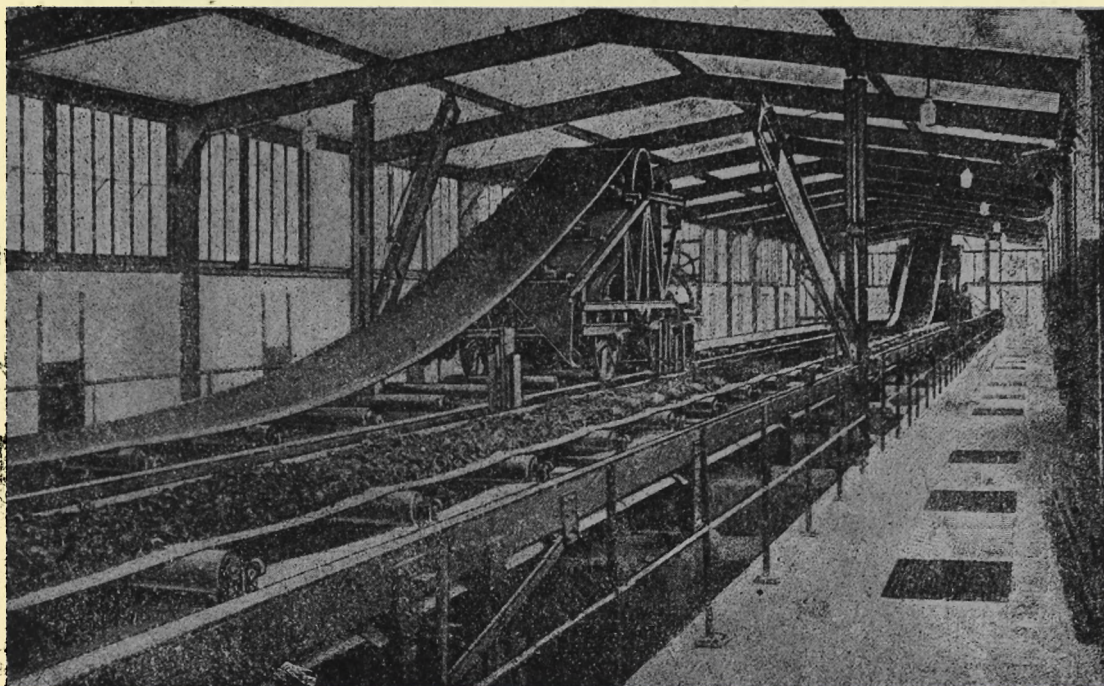


Рис. 18. Плоский ленточный транспортер.

Производительность ленточных транспортеров определяется по формуле:

для плоских (рис. 18)  $Q = (0,9B - 0,05)^2 \cdot 200 \cdot \gamma \cdot v$  т в час.

для лотковых (рис. 19)  $Q = (0,9B - 0,05)^2 \cdot 540 \gamma \cdot v$  т в час,

где  $Q$  — часовая производительность в тоннах,

$B$  — полная ширина ленты в метрах,

$\gamma$  — вес 1 куб. м материала в тоннах,

$v$  — скорость движения ленты м/сек.

*Пример.* Для перемещения в силосы сечки, подаваемой ковшевым элеватором, в количестве 8 т/час, служит плоский ленточный транспортер. Определить ширину ленты, считая, что скорость ее движения  $v = 3$  м/сек. После преобразования приведенной формулы для ленточного транспортера находим, что:

$$\begin{aligned} B &= 0,079 \sqrt{\frac{Q}{\gamma \cdot v}} + 0,05 \text{ м} = \\ &= 0,079 \sqrt{\frac{8}{0,06 \cdot 3}} + 0,05 = 0,535 \text{ м} = 535 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Количество энергии, расходуемое горизонтальными ленточными транспортерами длиной свыше 30 м, определяется по формуле

$$N = \frac{c \cdot Q \cdot L}{270} \text{ л. с.}$$

где  $Q$  — производительность транспортера в тоннах в час,

$L$  — длина транспортера в метрах,

$c$  — коэффициент, зависящий от веса перемещаемого материала и ширины ленты; этот коэффициент в данном случае равен 0,8.

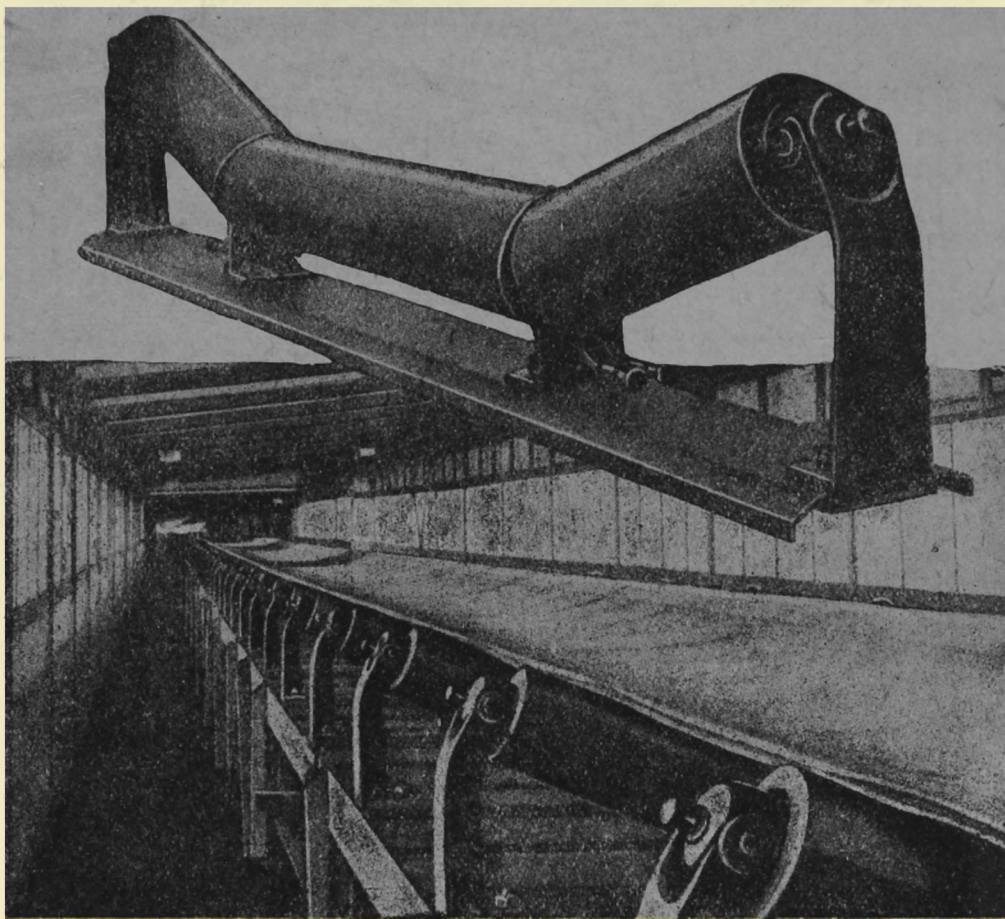


Рис. 19. Лотковый ленточный транспортер.

*Пример.* Определить расход энергии для плоского ленточного транспортера, перемещающего сечку на расстояние 150 м в количестве 8 т в час при ширине ленты 535 мм.

$$[N = \frac{0,8 \cdot 8 \cdot 150}{270} = 3,56 \approx 3,6 \text{ л. с.}]$$

Таким образом, элеватор, поднимающий на 10 м 8 т сечки в час плюс транспортер, перемещающий ее на 150 м, вместе расходуют 6,6 л. с., а пневматический транспортер, совершающий такую же работу, расходует 57 л. с. Но при выборе типа транспортерных сооружений, помимо соображений, указанных выше, необходимо учесть, что пневматический транспортер проще в эксплуатации, и сама установка его проще и легче. Решающими факторами



при выборе способа транспортировки являются: 1) детальный экономический подсчет, насколько амортизация и обслуживание ленточного транспортера выгодны и 2) технические возможности, которые допускают расположения фабричного корпуса и аппаратуры.

Силосы (рис. 14, III), в которых хранится запас соломенной сечки, предназначенной для варки, строятся из расчета около полусуточного запаса сечки (при непрерывной рабочей неделе соломорезки), считая, что в 1 куб. м силоса вмещается 60 кг сечки. На рисунке 14 изображена комбинированная установка пневматического и механического транспорта сечки. Материал поступает по трубе *f* в циклон *g* и попадает в жолоб *b*, в котором движется цепь или лента с лопатками *d*. Лопатки загребают сечку и заставляют ее двигаться по дну жолоба. Вместе с тем, в дне жолоба имеются отверстия с откидывающимися вниз крышками *c*. Сечка продвигается лопатками по дну жолоба до отверстия, крышка которого открыта и через него высыпается в помещение III над варочными котлами.

## § 10. Приготовление варочного щелока

Для выработки соломенной массы (или полуцеллюлозы) чаще всего солому подвергают варке со щелочью в виде известкового молока, т. е. негашеной извести  $\text{CaO}$ , обрабатываемой водой:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ . Во избежание порчи извести при хранении на воздухе,

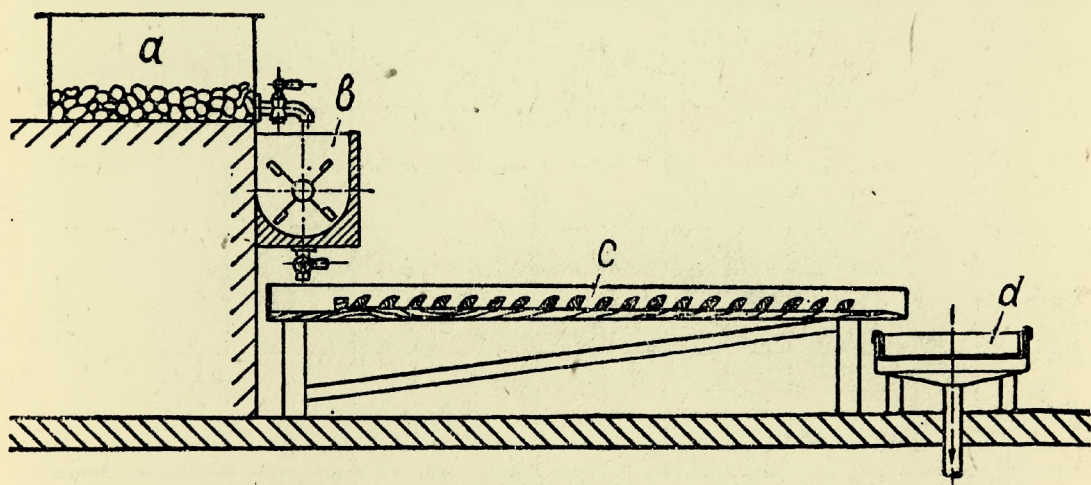


Рис. 20. Аппарат для приготовления известкового молока

а — чан для гашения извести, б — мешальный чан, в — песочница, г — жолоб с сетчатым дном.

ее лучше всего гасить тотчас же по прибытии на завод, так как при продолжительном хранении известь соединяется с углекислотой ( $\text{CO}_2$ ) воздуха и дает углекислый кальций, нерастворимый в воде:  $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ . Хорошая известь должна содержать 80—95%  $\text{CaO}$ , не свыше 5% окиси магния, кремния и других загрязняющих веществ в виде песка и глины.<sup>1</sup> Гасить известь можно в обыкновенных „творильных“ ямах, вырытых в земле и обложенных досками. Хотя немедленное гашение извести и сохраняет ее от

<sup>1</sup> Практически наши заводы пользуются известью с значительно меньшим содержанием  $\text{CaO}$ , количество которого иногда не превышает 60%.

порчи при хранении на воздухе, тем не менее такой способ у нас редко применяется в силу того, что выемка из творил и транспортировка гашеной извести в производственные помещения менее удобна чем рассыпной негашеной. В последнем случае гашение производят в помещении, предназначенном для приготовления известкового молока. Аппарат для приготовления известкового молока представляет собою чан с мешалом (рис. 20). Прежде чем залить в варочный котел, известковое молоко пропускают через песочницу, фильтрующий барабан или просто через сетку № 70 для того, чтобы загрязнения не попадали в котел. Содержание извести в молоке определяется на практике ареометром Боме. В таблице на стр. 25 приведено содержание извести в пересчете на  $\text{CaO}$  в куб. м молока при различных показателях ареометра.

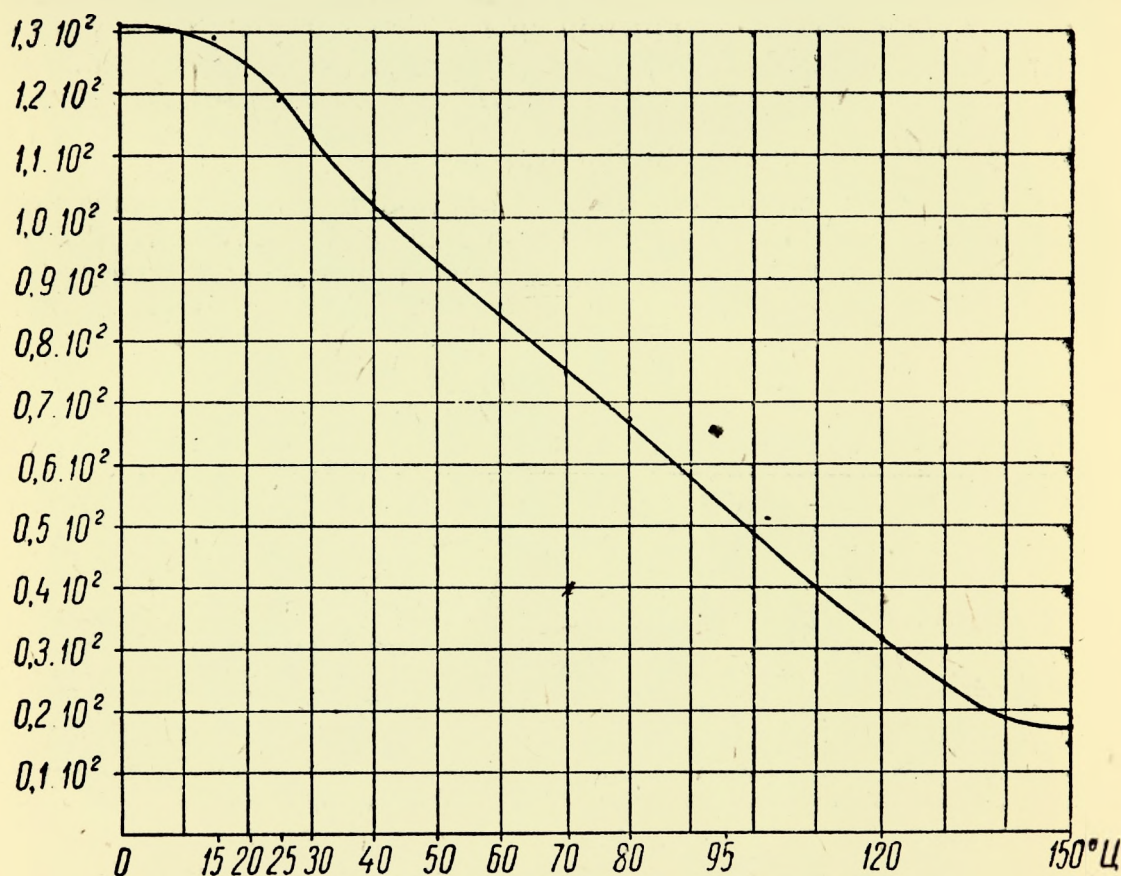


Рис. 21. Диаграмма растворимости извести в воде при различных температурах.

Расход извести составляет обычно около 10%, считая на  $\text{CaO}$ , от соломы, идущей на варку; в интересах лучшего использования котлов применяют 13—15 процентный раствор молока, что соответствует 14—15° Боме.

В холодной воде известь растворима лучше нежели в горячей. На рис. 21 показана кривая растворимости извести в воде в зависимости от температуры. На горизонтальной оси нанесена температура раствора в градусах Цельсия, на вертикальной—количество граммов  $\text{CaO}$ , содержащееся в 100 г раствора, увеличенное в 100 раз, например при 20°C в 100 г раствора содержится 0,123 г  $\text{CaO}$ . Помимо того, что растворимость  $\text{CaO}$  вообще весьма мала,



Градусы Боме	1 куб. м содержит известки кг	Градусы Боме	1 куб. м содержит известки кг	Градусы Боме	1 куб. м содержит известки кг
1	7,5	7	65,0	13	126,0
2	16,5	8	75,0	14	137,0
3	26,0	9	84,0	15	148,0
4	36,0	10	94,0	16	159,0
5	46,0	11	104,0	17	170,0
6	56,0	12	115,0	18	181,0

из диаграммы видно, что, начиная с 15°C растворимость резко понижается, а при температуре, при которой происходит варка, она совсем незначительна. Поэтому приготовление известкового молока сводится главным образом не к растворению известки, а к приведению ее в такое измельченное состояние, при котором смешение с водой было бы наилучшим.

## § 11. Варка соломы с известью

Цель варки заключается в разрушении инкрустирующих веществ, которые соединяют и заполняют волокна соломы, чтобы разделить эти волокна и использовать их, главным образом лубяные, для изготовления бумаги. К инкрустирующим веществам относятся: лигнин, пектины и гемицеллюлозы, как-то: пентозаны, метилпентозаны и гексозаны. Инкрустирующие вещества, обволакивая и механически связывая волокна, сообщают им ломкость и хрупкость. Освобождая солому от инкрустирующих веществ, мы имеем возможность использовать качества волокон, присущие им в более чистом виде, как-то: гибкость, эластичность и прочность. Чем больше удалены инкрустирующие вещества, т. е. чем чище целлюлоза, тем ее свойства выражены лучше.

Процесс варки соломы с известью далеко не доводит разрушение и удаление инкрустирующих веществ до конца, но во всяком случае в достаточной мере улучшает свойства волокон, позволяя вырабатывать из соломы грубую бумагу и картон.

Процесс наполнения котла соломой производится следующим образом.

Сначала в котел загружают около  $\frac{1}{3}$  вмещающей в него сечки, солома заливается таким же количеством известкового молока, затем снова загружается  $\frac{1}{3}$  сечки и  $\frac{1}{3}$  известкового молока и наконец остальное количество. При загрузке как соломы, так и известкового молока стараются уплотнить солому в котлах путем разравнивания и утрамбовки ее деревянными шестами. Иногда рабочие спускаются в котел и уплотняют солому ногами, но допускать этого ни в коем случае не следует. В Голландии существуют специальные аппараты „набиватели“, дающие возможность увеличивать загрузку в котлы на 15—25% больше, чем вручную.

Принцип действия этого аппарата заключается в автоматически подымаемом и затем падающем грузе, уплотняющем солому в котле (рис. 22).

Вместимость котла в зависимости от способа загрузки и степени измельчения соломы составляет на 1 куб. м объема 130—140 кг соломы при ручной и 150—160 кг при механической загрузке.

Иногда практикуется и следующий способ: загружается половина сечки, заливается молоком, котел закрывается и его вращают в течение 15—20 минут, после чего загружается остальное количество. Такой способ хорошо уплотняет сечку, но требует большого количества времени на двукратное закрывание котла.

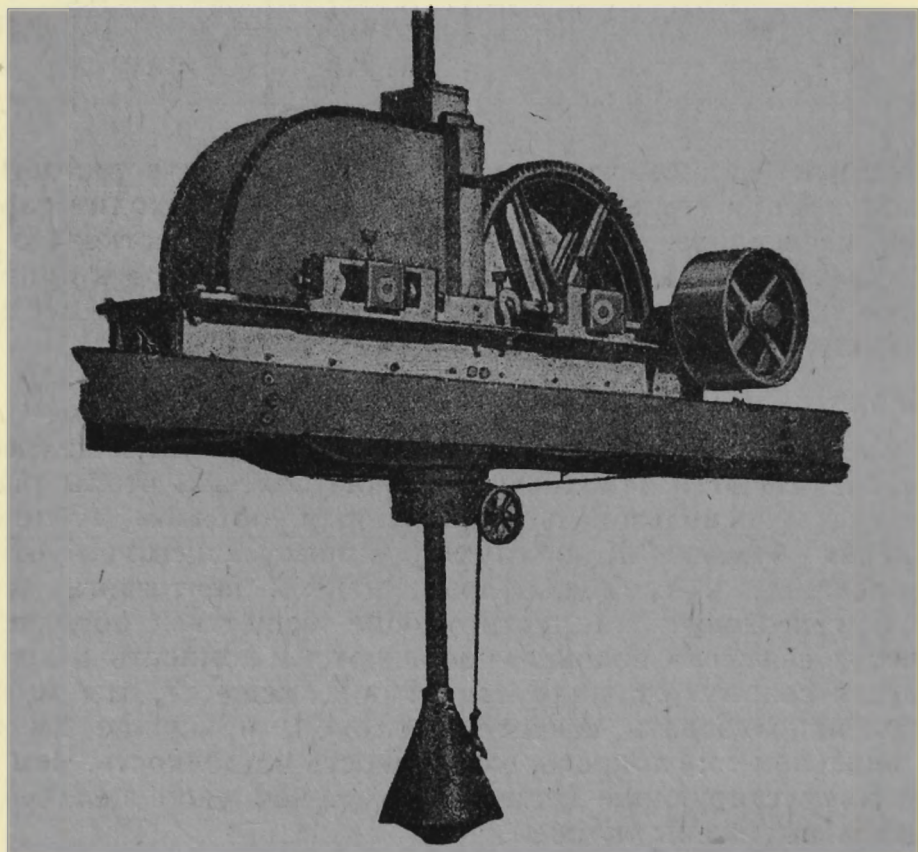


Рис. 22. „Набиватель“ для уплотнения соломы в варочном котле.

Продолжительность варки паром в 3—6 атмосфер давления составляет от 3 до 4 часов.оборот одной варки, включая наполнение и выгрузку, составляет ок. 6 часов, исходя из следующего расчета (диаграмма на рисунке 23):

I Наполнение сечкой и известковым молоком . . . . .	1 1/2 часа
II Повышение давления в котле . . . . .	1 „
III Варка под давлением . . . . .	2 1/2 „
IV Выпуск пара . . . . .	1/4 „
V Выгрузка . . . . .	1/2 „
<hr/>	
Всего . . . . .	5 3/4 часа

Важнейшие факторы, влияющие на варку соломы, следующие: ”

1) *Качество загружаемой соломы—(сюда относится род соломы, физические и химические качества стебля).*



- 2) Вид загружаемой соломы, т. е. длина и равномерность сечки.
- 3) Качество извести.
- 4) Количество заливаемого щелока (зависящее от концентрации его).
- 5) Давление пара.
- 6) Продолжительность варки.

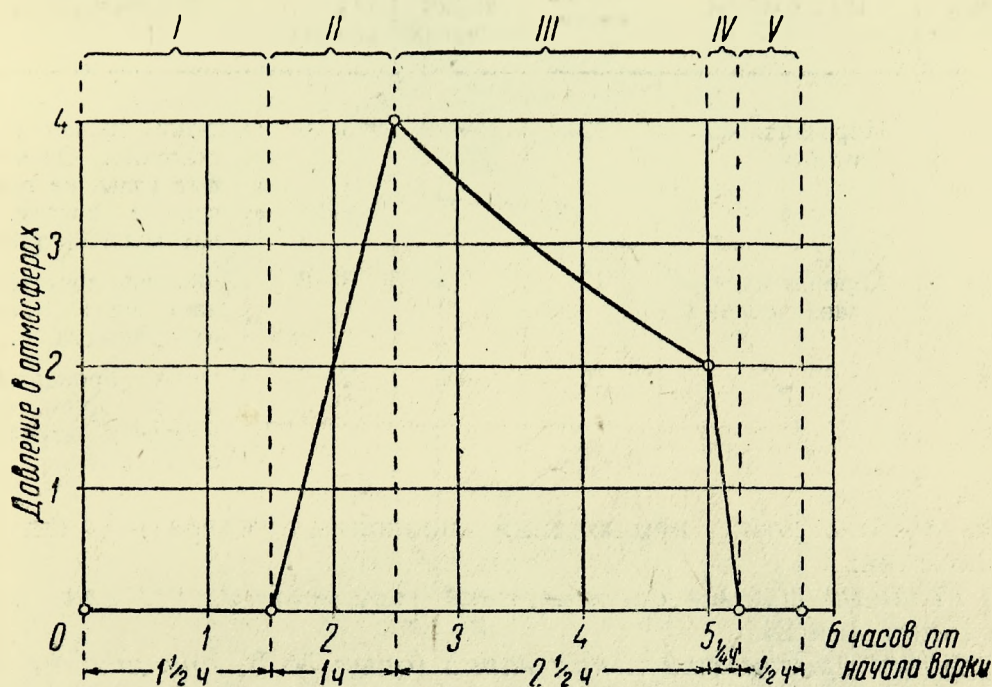


Рис. 23. Диаграмма одного „оборота“ (варки) варочного котла.

Самый процесс варки протекает обычно следующим образом.

После окончания загрузки материалов котел плотно закрывается и приводится во вращение, затем в него впускается пар. Спустя примерно час, т. е. когда в котле установится давление, соответствующее

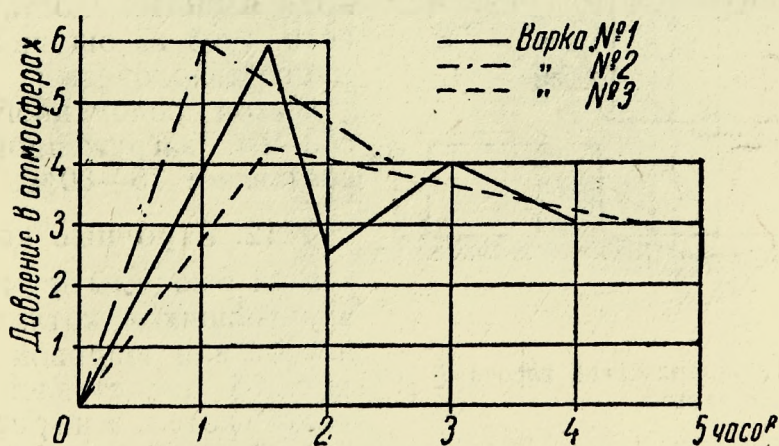


Рис. 24. Диаграмма различных режимов варки.

шее давлению впускаемого пара, или установленному режимом варки, последний прикрывается и варка производится в течение 2—2½ часов под действием пара, оставшегося в котле.

Для сравнения различных режимов варки приводится таблица трех варок, а на рис. 24 представлены кривые, соответствующие этим варкам.

№ варки	Показатели				
	Вид соломы	Количество извести в %	Продол. варки в часах	Давлен. в атмосферах	Результаты варки
1	Нерезаная солома	12	4	3—6	Солома проварена недостаточно. Очень твердые узлы, не раздавливаемые ногтем. Цвет массы очень темный.
2	Хорошо нарезанная солома	12	2½	3—6	Проварена достаточно, но цвет мало отличается от предыдущей.
3	.	10	4½	2—4	Солома проварена хорошо. Цвет приближается к натуральному цвету соломы.

Результаты этих наблюдений позволяют сделать следующие заключения:

1) *Резаная солома дает лучшие результаты, нежели нерезаная* (опыт 1 и 2).

2) *Более продолжительная варка* (опыт № 3) *при низком давлении*, даже при уменьшенном количестве извести, *дает лучшие результаты, нежели быстрая варка при более высоком давлении* (опыт 2 и 3).

Практики определяют степень провара соломы раздавливанием ее между пальцами: если вареная солома при растирании между

пальцами хорошо разделяется на волокна, то это значит, что солома варилась достаточно, даже если узел на ощупь кажется немного твердоватым.

Выход соломенной массы из соломы, загруженной в котлы, составляет 75—80%.

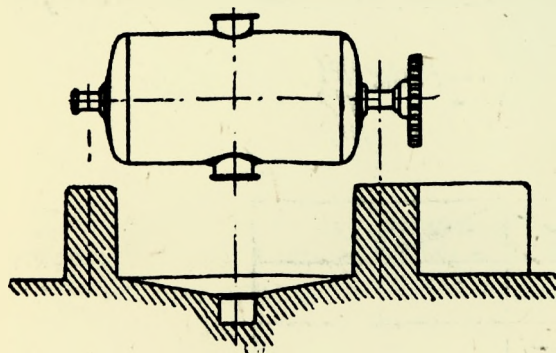


Рис. 25. Цилиндрический варочный котел.

## § 12. Варочные котлы

Варка соломы производится во вращающихся котлах цилиндрической или шаровой формы. На рис. 25 представлен цилиндрический котел, а на рис. 26—шаровой. Сравнивая эти котлы нужно

отметить, что при равной емкости поверхность цилиндрического котла больше, нежели шарового, отсюда его больший вес и большая потеря тепла на лучеиспускание при варке, следовательно и расход пара больше. Кроме того, условия перемешивания соломы в горизонтальных цилиндрических котлах менее благоприятны, нежели



в шаровых, поэтому в последнее время употребительнее всего шаровые котлы, хотя их и нельзя сделать такой большой емкости, как

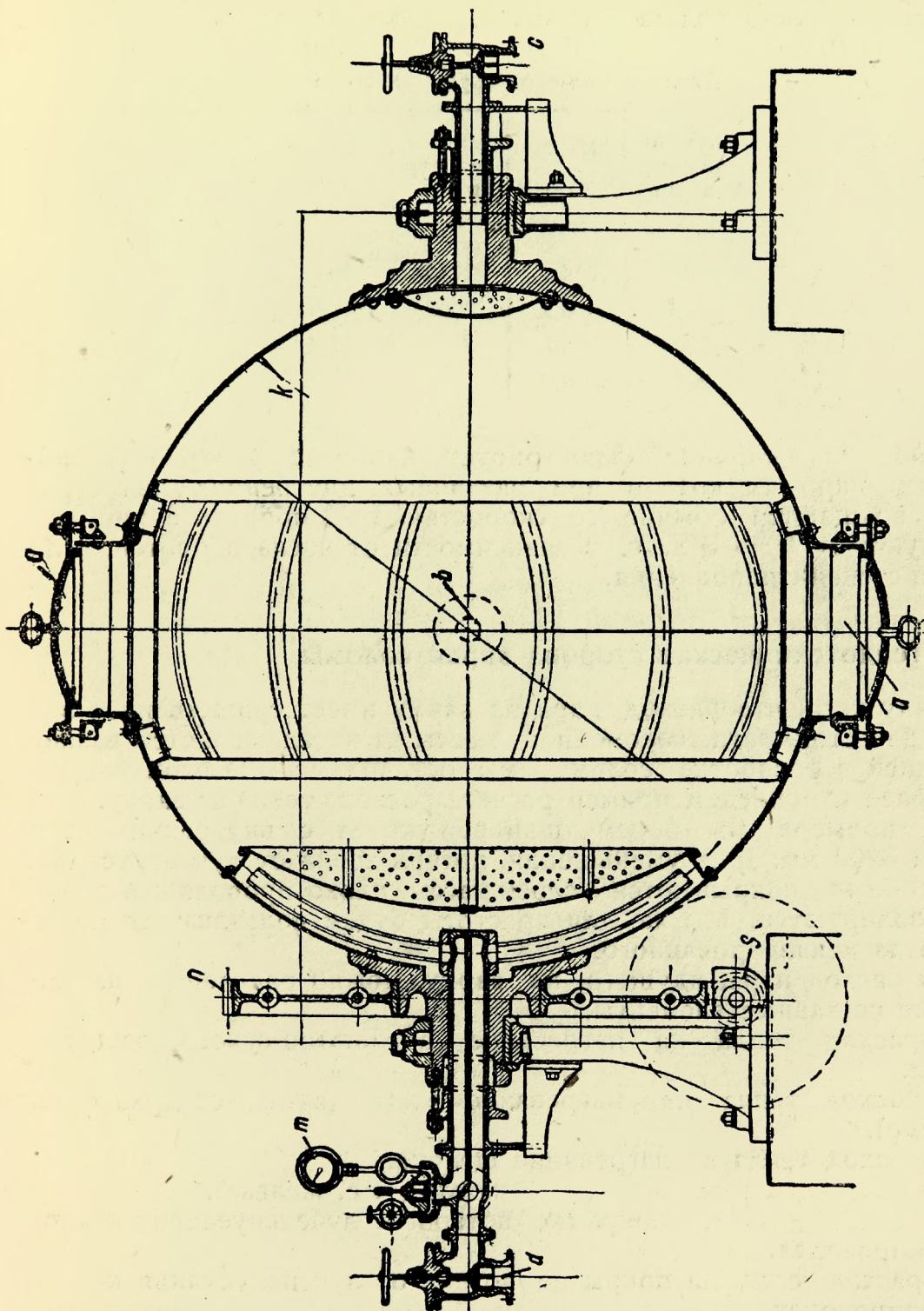


Рис. 26. Чертеж шарового варочного котла.

*К* — корпус котла, *а* — *д* — люки с крышками, *б* — край для впуска пара, *е* — вентиль для впуска воды в котел, *д* — вентиль для впуска пара, *и* — шестерня для вращения котла, *з* — червяк для привода шестерни во вращение.

цилиндрические. Шаровые котлы имеют в плоскости вращения два люка, крышки которых притягиваются к корпусу болтами (рис 26а), и один кран *б*. Люки служат для загрузки и выгрузки материала, а кран для выпуска пара и щелока по окончании варки. В интересах экономии, пар, остающийся к концу варки в одном котле, при

наличии на фабрике нескольких котлов, можно перепускать в другой котел, приготовленный к заварке.

Из экономических соображений варочные котлы следует устанавливать возможно большей емкости.

Таблица размеров варочных котлов

Внутрен. диаметр в мм	Емкость в куб. м	Внутрен. диаметр в мм	Емкость в куб. м
2000	4,1	2750	10,8
2250	5,9	3000	14,0
2500	8,1	3200	17,2
2600	9,2		

Приводимая таблица иллюстрирует наиболее употребительные емкости шаровых котлов при различных внутренних диаметрах. Котлы вращаются обычно со скоростью 1—2 оборота в минуту и расходуют от 1 до 3 л. с. в зависимости от числа оборотов, величины и степени наполнения.

### § 13. Теплотехническая сторона варки соломы

В виду того, что расход пара на варку имеет существенное значение для стоимости соломенной массы и варка является важной операцией в обработке соломы, мы остановимся на этом вопросе подробнее и приведем пример расчета расхода тепла на варку.

Для примера мы берем шаровой котел с внутренним диаметром 3200 мм. Для уменьшения потерь тепла от лучеиспускания котлы обычно покрываются слоем массы, плохо проводящей тепло, т. е. изолируются. Мы же для простоты будем пользоваться расчетом котла неизолированного.

Весь расход пара, идущего на варку, можно расчленить на следующие составные элементы.

$Q_1$ —расход тепла на нагревание абсолютно-сухого вещества соломы.

$Q_2$ —расход тепла на нагревание влаги (воды, содержащейся в соломе).

$Q_3$ —расход тепла на нагревание щелока.

$Q_4$ — " " " " котла (т. е. железа).

$Q_5$ — " " " покрытие потерь от лучеиспускания котлом в трубопроводах.

$Q_6$ —расход тепла на покрытие потерь от лучеиспускания котлом в трубопроводах.

Для определения перечисленных расходов мы располагаем следующими данными.

Количество воздушно-сухой сечки, загруженной в котел, составляет 2700 кг. Влажность соломы 12%, следовательно, количество абсолютно-сухого вещества составляет 88%. Температура загружае-



мой сечки 15° С. Удельная теплота абсолютно-сухой соломенной сечки 0,34. Известкового молока на варку израсходовано 1650 кг, в которых содержится 270 СаО.

Удельная теплота извести 0,18.

Температура известкового молока 20° С (перед заливкой).

Вес котла составляет 4000 кг.

Продолжительность заварки—1 час.

Поверхность шарового котла выбранной нами величины составляет 32,2 кв. м.

Давление пара по манометру 4 атмосферы.

Количество готовой соломенной полумассы, полученной из взятого для переработки количества сечки, принимаем в 1900 кг, т. е. выход составляет 70%.

*1. Расход тепла на нагревание абсолютно-сухого вещества соломы.*

По нашим данным, в котел загружено 2700 кг воздушно-сухой соломы с 12% влаги и 88% абсолютно-сухого вещества. Следовательно, абсолютно-сухого вещества загружено в котел  $2700 \times 0,88 = 2380$  кг.

Максимальное давление пара достигает во время варки 4-х рабочих атмосфер (или 5 абсолютных). По справочным таблицам, <sup>1</sup> такому пару соответствует температура 151° С. Считая, что максимальная температура, до которой будет нагрета солома, равна температуре пара, следует, что солому нужно нагреть от ее первоначальной температуры, (15° С) до 151°; зная удельную теплоту соломы (0,34) получим:

$Q_1$  расход тепла = 2380. (151—15) 0,34 = 110000 калорий.

*2. Расход тепла на нагревание воды, содержащейся в соломе.*

Из предыдущего следует, что воды в воздушно-сухой соломе содержится:

$$2700 - 2380 = 320 \text{ кг,}$$

расход тепла на нагревание этой воды с 15 до 151° С составит:

$$Q_2 = 320 (151 - 15) \cdot 1 = 43\,500 \text{ калорий,}$$

где удельную теплоту для воды принимаем за единицу.

*3. Расход тепла на нагревание варочного щелока.*

Подсчитаем отдельно количество тепла, расходуемого для нагрева извести и воды, содержащихся в известковом молоке.

*а) Расход тепла на подогревание извести.*

$$Q_{\text{СаО}} = 270 (151 - 20) 0,18 = 6400 \text{ калорий.}$$

*б) Расход тепла на подогревание воды.*

$$Q_{\text{Н,О}} = 1380 (151 - 20) \cdot 1 = 180800 \text{ калорий.}$$

Общий расход тепла на подогрев варочного щелока:

$$Q_3 = 6400 + 180800 = 187200 \text{ калорий.}$$

*4. Расход тепла на нагревание самого котла.*

---

<sup>1</sup> Например „Hütte“, ч. I, стр. 445, изд. 1926 г.

Из наблюдений установлено, что неизолированный котел в тех условиях, которые здесь приведены, нагревается за 1 час заварки до  $100^{\circ}\text{C}$  и к концу варки, т. е. к моменту опоражнивания и новой загрузки, охлаждается до  $45^{\circ}\text{C}$ . Таким образом расход тепла будет:

$$Q_4 = 4000 (100 - 45) \cdot 0,115 = 25200 \text{ калорий.}$$

#### 5. Расход тепла на покрытие потерь от лучеиспускания.

Из сказанного видно, что максимальная температура, до которой нагревается оболочка котла— $100^{\circ}\text{C}$ . Наиболее низкая температура, которую имеет котел на протяжении процесса варки— $45^{\circ}\text{C}$ . Для расчета потери тепла через лучеиспускание принимаем среднюю температуру котла

$$\frac{100 + 45}{2} = 72^{\circ}\text{C}.$$

Температуру воздуха принимаем в  $20^{\circ}\text{C}$ .

Время, на протяжении которого подсчитываем потерю тепла через лучеиспускание—1 час (время заварки) и коэффициент лучеиспускания  $K = 12$  калорий (т. е. количество тепла, которое излучается в час с кв. м поверхности котла при разности температуры между нагретым телом и средой, в которую производится излучение. в  $1^{\circ}\text{C}$ ).

Тогда:  $Q_5 = 32,2 \cdot 1 \cdot 12 (72 - 20) \cdot 1 = 20100$  калорий.

Складывая все полученные величины расхода тепла имеем:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 110000 + 43500 + 187200 + 25200 + 20100 = 386000 \text{ калорий.}$$

Потеря тепла в трубопроводах составляет около 10% всего израсходованного на варку тепла:  $Q_6 = 386000 \cdot 0,1 = 39000$  калорий. Таким образом весь расход тепла составит

$$386000 + 39000 = 425000 \text{ калорий.}$$

Процесс нагрева представляет собою отдачу тепла паром котлу и его содержимому, при чем пар при этом конденсируется. Количество тепла, освобождаемое 1 кг пара при давлении 4 рабочих (или 5 абсолютных) атмосфер составляет 505,5 калорий, следовательно расход пара составит:

$$\frac{425000}{505,5} = 845 \text{ кг пара.}$$

Выход соломенной массы принят у нас в 1900 кг, следовательно расход пара на варку составляет:

$$\frac{845}{1900} = 0,45 \text{ кг пара на 1 кг сол. массы.}$$

## § 14. Холодное вымачивание

Первоначальный способ обработки соломы с целью добывания волокна, годного для изготовления бумаги, заключался в холодном вымачивании или мацерации, т. е. разделении на фибриллы. Этот способ сохранился до последнего времени во Франции и Голландии.

Ямы для вымачивания делаются из бетона или железобетона, покрытого слоем цемента толщиной около 3 см в просторных сараях. Наиболее распространенными являются бассейны емкостью 40—55 куб. м. Вместимость ямы составляет около 75—80 кг сечки



на 1 куб. м. Солома в ямах укладывается путем ручной или механической загрузки. Заполнение сечкой производится в несколько приемов, при чем после каждой загрузки соломы последняя заливается порцией известкового молока. Для того чтобы после окончания загрузки солома не всплывала, ее прижимают сверху досками с камнями. Вследствие недостаточно равномерного смешивания соломы с известью процесс мацерации иногда оказывается в нижних слоях соломы недостаточным. Происходит это в силу того, что при слишком глубоких ямах известь отлагается в верхних слоях и не доходит до нижних, иногда же и самые верхние слои недостаточно содержат извести. Во избежание неравномерной мацерации, Дегресс рекомендует вновь загружаемые ямы закрывать сверху уже вымоченной, но недостаточно мацерированной соломой, из которой предварительно удалять известковое молоко. Таким образом плохо разложившаяся солома вторично подвергается обработке, и процесс мацерирования довершается.

Количество извести, расходуемое при мацерации, составляет от 16 до 25% от количества загружаемой в ямы соломы. Средняя продолжительность процесса мацерации около 8 дней, увеличивается в холодное время, доходя зимой до 15 дней.

На протекание процесса мацерации и на качество получаемой массы влияют следующие факторы:

1) *Количество* задаваемой в ямы извести. Чем меньше количество задаваемой извести, тем меньше разлагаются вещества, которые при дальнейшей переработке массы обуславливают естественную проклейку бумаги. Так например, для получения малопроклеенного картона кладут 25% извести, для упаковочной бумаги, требующей большей прочности,—20% извести и наконец для еще более прочных бумаг и картона—всего лишь 16—18% извести.

Большое количество извести действует скорее и энергичнее, отчего разрушение протекает более грубо.

2) Вторым фактором, влияющим на мацерацию, является *температура*. Из того, что летом разложение протекает быстрее нежели зимой, вытекает, что повышение температуры сокращает продолжительность мацерации, но до известных пределов, так как слишком высокая температура задерживает мацерацию так же, как и слишком низкая.

Режим мацерации обычно вырабатывается на фабриках опытным путем, в зависимости от условий работы и сортов бумаг, при чем для повышения температуры иногда пользуются подогревом содержимого ям посредством пара.

Для сокращения продолжительности последующего разложения иногда практикуется после выгрузки массы из ям складывать ее кучами для вылеживания, но при таком способе солома сильно разрушается.

§ 15. Различие в качестве соломенной массы, получаемой варкой и холодным вымачиванием

К положительным качествам соломенной массы, получаемой мацерацией, относятся следующие:

1) Во-первых, *декстрины* соломы при холодной обработке не разрушаются и служат материалом для естественной проклейки

соломенной бумаги, что обуславливает ее прочность. При варке же эти элементы разрушаются и проклейки не дают.

2) Мацерированная солома сохраняет свой естественный цвет, что при варке обычно не имеет места. Вареная солома сильно темнеет и имеет неприятный грязноватый оттенок.

3) Бумага из мацерированной соломы обладает большей прочностью и лучше каландрируется нежели из вареной, что, наряду с светлым приятным тоном окраски, обеспечивает ей большой спрос.

4) Благодаря экономии пара на варку, себестоимость бумаги ниже, чем из вареной соломы.

К недостаткам холодной обработки соломы нужно отнести:

1) Продолжительность обработки соломы и необходимость больших площадей для устройства ям, что в известной мере ограничивает масштаб производства.

2) Холодная мацерация требует большой внимательности к каждой загрузке и часто подвержена неудачам в силу неравномерного протекания мацерации, о чем было сказано выше.

3) Выработка мацерированной массы на машине сильно затруднена, так как в соломе остается большое количество извести, быстро выводящей из строя сукна. Для устранения извести из сукон пользуются мытьем их в подкисленной воде.

Исходя из перечисленных факторов, на некоторых зарубежных фабриках практикуется выработка бумаги из смеси мацерированной и вареной соломы, при раздельном их помоле, что дает хорошую бумагу и в известной мере уменьшает неудобства, связанные с выработкой бумаги исключительно из мацерированной соломы.

## § 16. Другие способы обработки соломы

а) *Горячее вымачивание* заключается в том, что солома загружается вместе с известковым молоком в котлы, которые вращаются до тщательного смешения соломы с молоком. Затем котел останавливается и в него впускают горячую воду с температурой около 100° С до половины котла или примерно на 20 см выше половины, после чего давление в котле повышается. Если имеют целью вырабатывать бумагу клееную, то давление повышается с помощью сжатого воздуха через компрессор, если же бумага должна быть неклееная, то давление поднимается впуском пара до 5 атм. Повышенное давление поддерживается в котле, в зависимости от требований, предъявляемых к соломенной массе, в течение 5—6 час. и дольше. Иногда для улучшения окраски соломы в котел загружают некоторое количество соды.

Этот способ в известной степени является форсированной мацерацией соломы в котлах и может быть применяем для выработки бумаг, которым хотят придать специальные свойства.

б) *Варка без извести* состоит в том, что солома в течение 4—5 часов варится с 10% хлористого магния при обыкновенном давлении и доваривается при давлении в 6 атм., после чего размалывается с 5% едкого натра. Бумага из такой массы имеет характерный темно-коричневый цвет, напоминающий цвет бумаги из бурой древесной массы.



в) В Германии в 1928 г. опубликован патент на приготовление соломенной массы путем пропаривания без применения каких-либо химических реактивов, при чем по имеющимся сообщениям достигнуты положительные результаты.

Пропаривание осуществляется следующим образом.

Внутри горизонтального цилиндрического котла с откидной крышкой-дном (рис. 27) проложены рельсы; по ним на специальных тележках вкатываются в котел тюки прессованной соломы или рассыпная солома в железных корзинках. Затем котел закрывается, и в него впускается горячая конденсационная вода из другого котла, уже предназначенного к выгрузке. Спустя некоторое время, устанавливаемое практически, когда вся солома пропитается водой, в котел впускают пар и в течение 2—4 часов производится пропаривание соломы под давлением около 5 атмосфер. При таком способе, на 1 куб. м котла приходится 120—140 кг загрузки соломы, а при сильно прессованной соломе вмещается до 175 кг на 1 куб. м. Пропаренная солома обрабатывается в течение 20—30 минут в бегунах или непосредственно в роллах.

В результате такого метода получается масса темно-коричневого цвета с специфическим неприятным запахом. Этот запах устраняется или после продолжительной лежки массы или путем добавления в ролл при размоле 1½ процентного раствора едкого натра крепостью 38° Боме или наконец прибавлением 1—2% мела.

Положительные стороны такой обработки заключаются в том, что отпадает надобность в резке соломы, расходе энергии на вращение варочных котлов, расходе химических материалов на варку, упрощается установка варочных котлов и даже считается возможным упразднение операции размолы на бегунах, сохранив лишь обработку в роллах.

К отрицательным сторонам нужно отнести темный цвет получаемой массы, загрязнения, которые в силу отсутствия рубки соломы и сортировки сечки не удаляются, наконец неприятный запах, требующий для своего устранения применения химикалей.

Что касается прочности бумаги, получаемой по изложенному способу, то, по опубликованным опытным данным, разрывная длина достигает 6500 м при изломе в 237 двойных перегибов.

Вообще для получения соломенной массы бурого цвета можно варить солому с различными хлористыми и углекислыми солями щелочных и щелочноземельных металлов, как например хлористый натрий и углекислый кальций. У нас в Союзе на одной из украинских фабрик применяется следующий способ получения бурой соломенной массы.

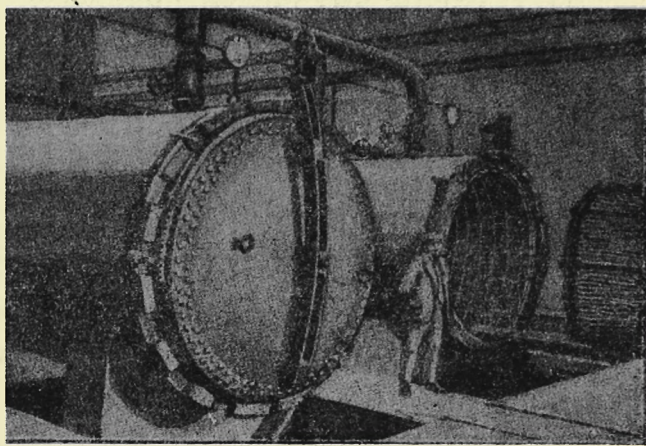


Рис. 27. Котел для пропаривания соломы.

Берут 4—5% хлористого натрия и 2% мела или соды от веса соломы, растворяют их в воде с таким расчетом, чтобы количество щелоков при загрузке в котел составляло 2 л на 1 кг сечки и в течение 1½ часов производят варку под давлением 3—4 атмосфер. Затем выпускают из котла отработанные щелока и, не выгружая сечки, заливают ее раствором едкого натра в количестве 4% от первоначального веса сечки, загруженной в котел из расчета 1,5 л раствора на 1 кг сечки, после чего продолжают варку с прежним давлением в течение еще 1½ часов. Так как при этом способе имеет место двухкратная заливка в котел щелоков, то считать его достаточно экономичным нельзя как с точки зрения расхода пара, так и с точки зрения использования полезного времени работы котлов.

г) Наконец, в Америке был испытан способ обработки соломы сернисто-кислым натрием  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  и содой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Приводимая таблица опытных варок по этому способу говорит о весьма высоком выходе волокнистого материала из соломы.

№№ по порядку	Кг. абсол. сухой соломы	Количество израсходованных материалов		Количество воды в литрах	Максимальная темпер. в °С	Время заварки в часах	Прод. варки при макс. темп. в час	Макс. давл. в кг на кв. см	Выход массы в %	Качество массы
		$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{SO}_3$							
1	60	2,4	2,4	75	150	4	2	4,6	78	Грубая
2	61	3,4	0,7	75	145	2	8	3,4	67	Хорошая
3	61	3,4	0,7	75	145	2	6	3,4	77	Хорошая
4	62	2,3	0,5	75	145	2	6	3,4	72	Темная, в остальном хорошая
5	64	4,8	1,0	75	145	2	6	3,4	76	

Предлагаемый способ, по заключению производивших опыт, имеет следующие преимущества перед варкой соломы с известью:

- 1) Устраняется характерный запах картона, вырабатываемого из соломы, вареной с известью.
- 2) Картон, приготовленный из массы, полученной по новому способу, на 50% крепче картона, полученного при варке с известью.
- 3) Новый продукт отличается меньшим содержанием золы и большим содержанием клетчатки.
- 4) В американских условиях новый способ оказался более экономичным.

Из перечисленных выше способов обработки соломы наибольшим распространением как за границей, так и у нас пользуется метод варки с известковым молоком. Но широкое распространение, которое начинает завоевывать солома, как полуфабрикат для бумаги, заставляет обратить внимание и на другие методы. Из них следует отметить германский способ пропарки, как особенно экономичный



## § 17. Обработка соломы на бегунах

Technical drawing of a mechanical device, likely a pump or valve, showing a cross-section of the upper assembly and a side view of the lower assembly. The upper assembly includes a central shaft with a handle on the left and a vertical rod on the right. The lower assembly shows a horizontal shaft with a handle on the left and a vertical rod on the right. Dimensions are labeled with letters:  $D$ ,  $H$ ,  $d$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $f$ ,  $p$ , and  $g$ .

Размол мацерированной соломы требует времени на 30—45 минут больше, чем вареной соломы.

На рис. 28 изображен чертеж современного бегуна с указанием главных установочных размеров согласно таблице на стр. 39.

37

Тип	D мм	H мм	К а м н и		$a \times b$ мм	c мм	d мм	e мм	Загрузка соломы (возд. сух.) кг	Расх. энер- гии л. с.
			лежак мм	бегуны мм						
I	2800	600	1850 × 350	1500 × 1590 450	1600 × 250	2300	750	785	270—400	10—15
II	3500	800	2300 × 400	1800 × 1910 500	2000 × 300	2670	750	860	500—800	25—40
III	4000	900	2650 × 500	2100 × 2220 600	2250 × 400	3000	750	875	775—1200	50—80

остальных размеров видны из чертежа. Более подробное описание работы и устройства бегунов приведено в обработке макулатуры. Установка бегунов производится обычно таким образом, что солома из-под варочных котлов непосредственно загружается вручную в бегуны, или при помощи шнека *b* (рис. 29) размалывается на бегунах, выгружается в яму *d* и подается ковшевым транспортером

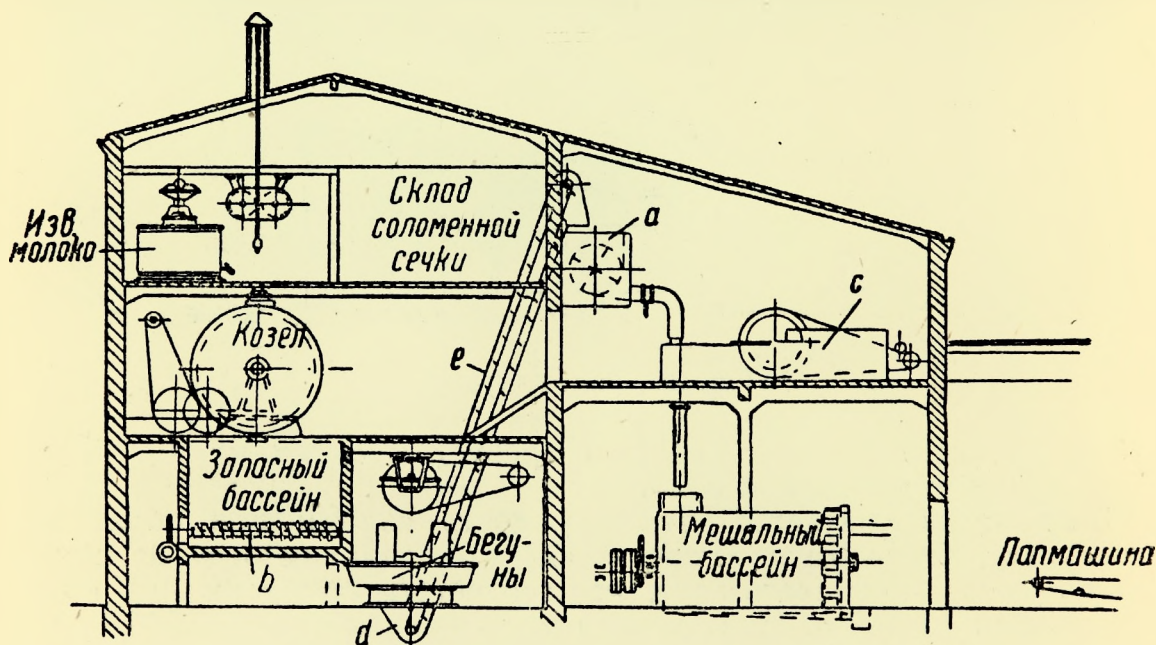


Рис. 29. Соломенно-полумасный завод.

*e* в бассейн *a*, где масса разжижается до густоты роллов и размешивается. На более старых и менее усовершенствованных фабриках солома из бегунов высыпается через отверстие в вагонетки или ящики и уже при помощи их подвозится к роллам. Такого типа установка изображена на рис. 30.

Иногда вместо бегунов пользуются для размола аппаратом „Вурстера“ (рис. 31). На рисунке показаны вращающиеся лопасти *a*, производящие разминание массы. Солома загружается в воронку *b* и высыпается в размолотом виде из желобка *c*.



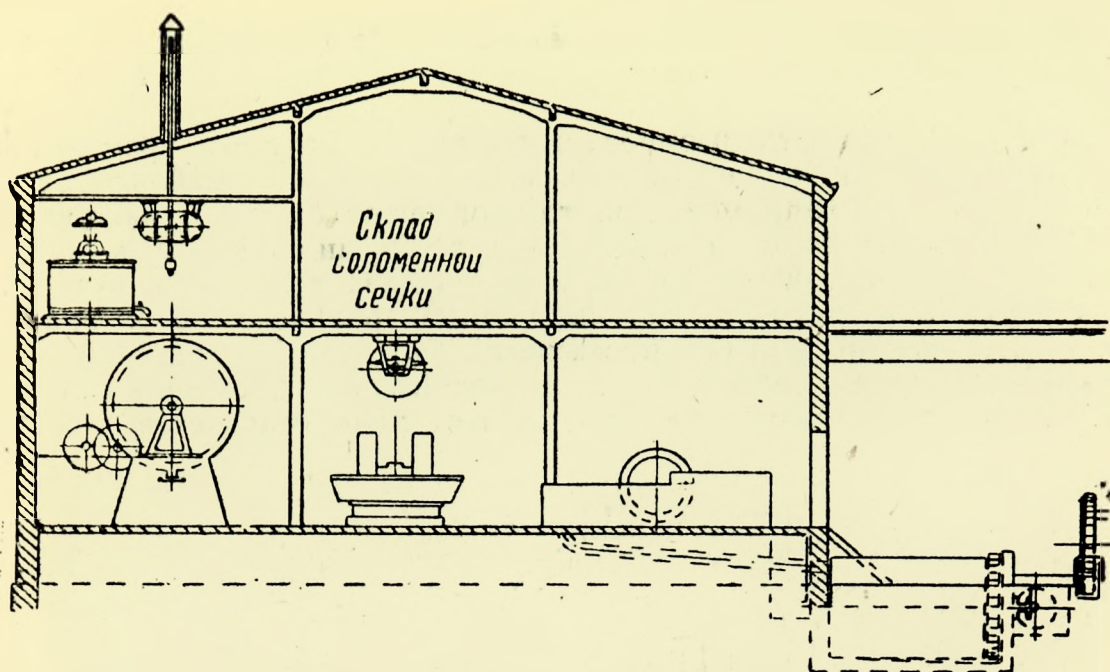


Рис. 30. Соломенно-полумассный завод усовершенствованного типа.

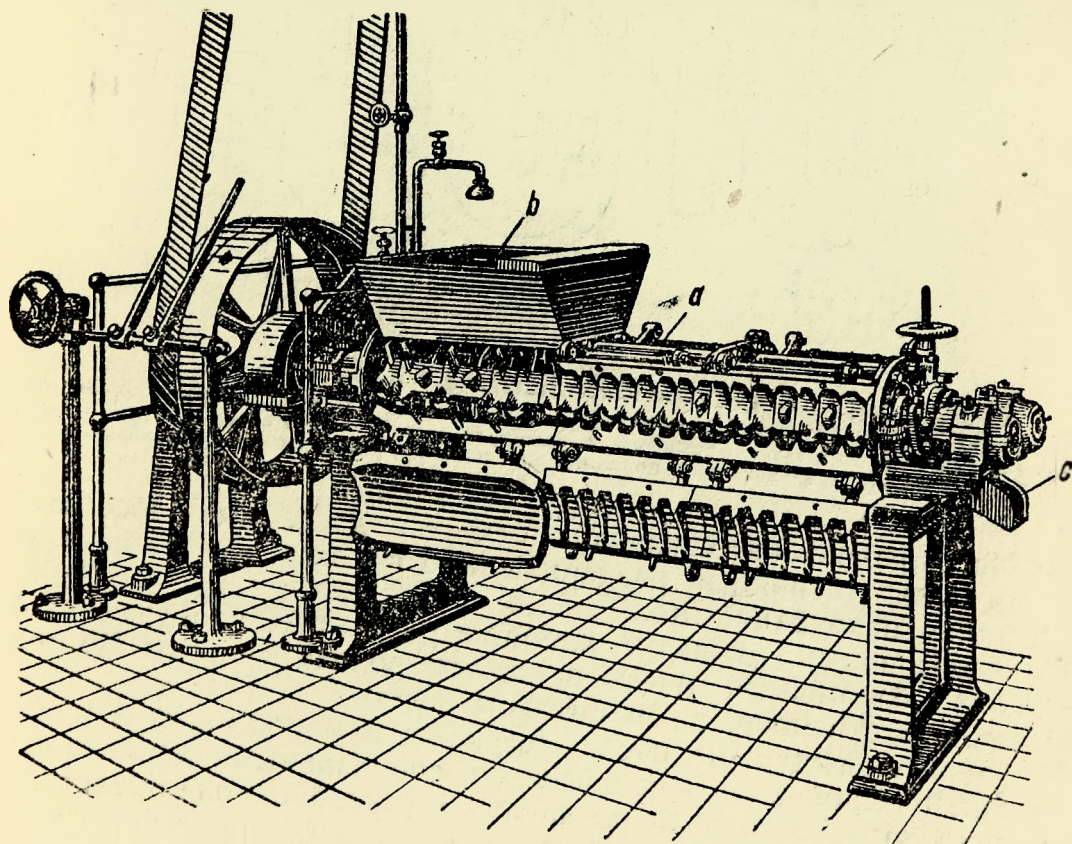


Рис. 31. Аппарат Вурстера для размола соломы.



## § 18. Размол в роллах

После бегунов масса, разжиженная в мешальном чане до концентрации 6—7% абсолютно сухого волокна, поступает в роллы с (рис. 30).

Продолжительность размола в роллах зависит от требований, предъявляемых к бумаге, и от качества соломы, колеблясь от 15 до 50 мин. Так например, для толстой шероховатой бумаги весом 180 г 1 кв. м помол продолжается всего лишь 15—20 минут, а для более тонких 60—139 г кв. м помол длится 30—50 минут.

Роллы для размола соломы, кроме рольного барабана и планки, снабжены обычно промывным барабаном 1 (рис. 32), позволяющим производить в роллах предварительно промывку соломы. От полумассного ролла для тряпья этот ролл отличается тем, что

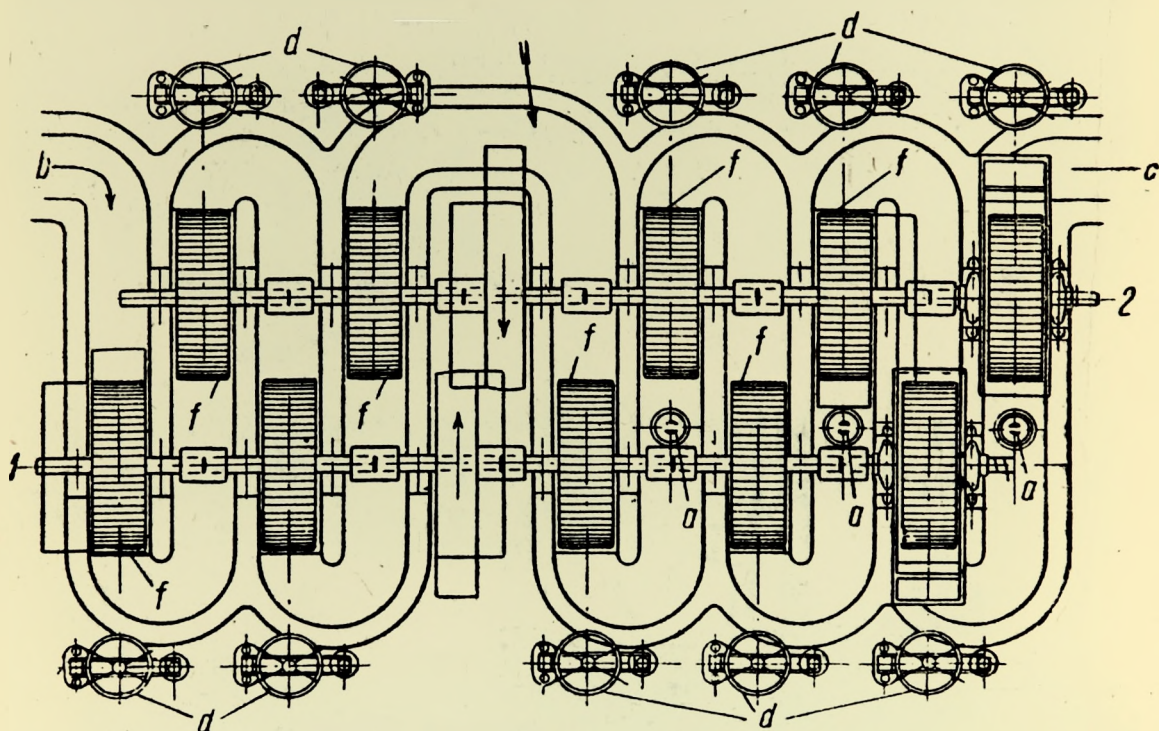


Рис. 33. Ролл Дризенса в плане

1—вал, вращающийся против часовой стрелки, 2—вал, вращающийся по часовой стрелке, а—отпускные люки для массы, f—размалывающие барабаны, b—канал, вводящий массу в ролл, c—канал, отводящий массу из ролла, d—механизм, прижимающий планку к размалывающему барабану.

ножи на барабане или в планках ставятся косо, что способствует лучшему разминанию и раздавливанию волокон и меньшему укорачиванию, разрубанию их.

По иностранным отзывам, хорошие результаты получаются при обработке соломенной массы в особых роллах системы Дризенса, работающих с непрерывным потоком массы.

Как и в предыдущем, после бегунов масса поступает в мешальный чан, разжижается, как обычно, и специальными черпаками непрерывно подается в ролл по каналу b (рис. 33). Ролл представляет собою змеевидно изогнутый канал, в каждом завороте которого находится по одному размалывающему барабану с планками. На представленном чертеже таких барабанов показано 10. В типичном ролле



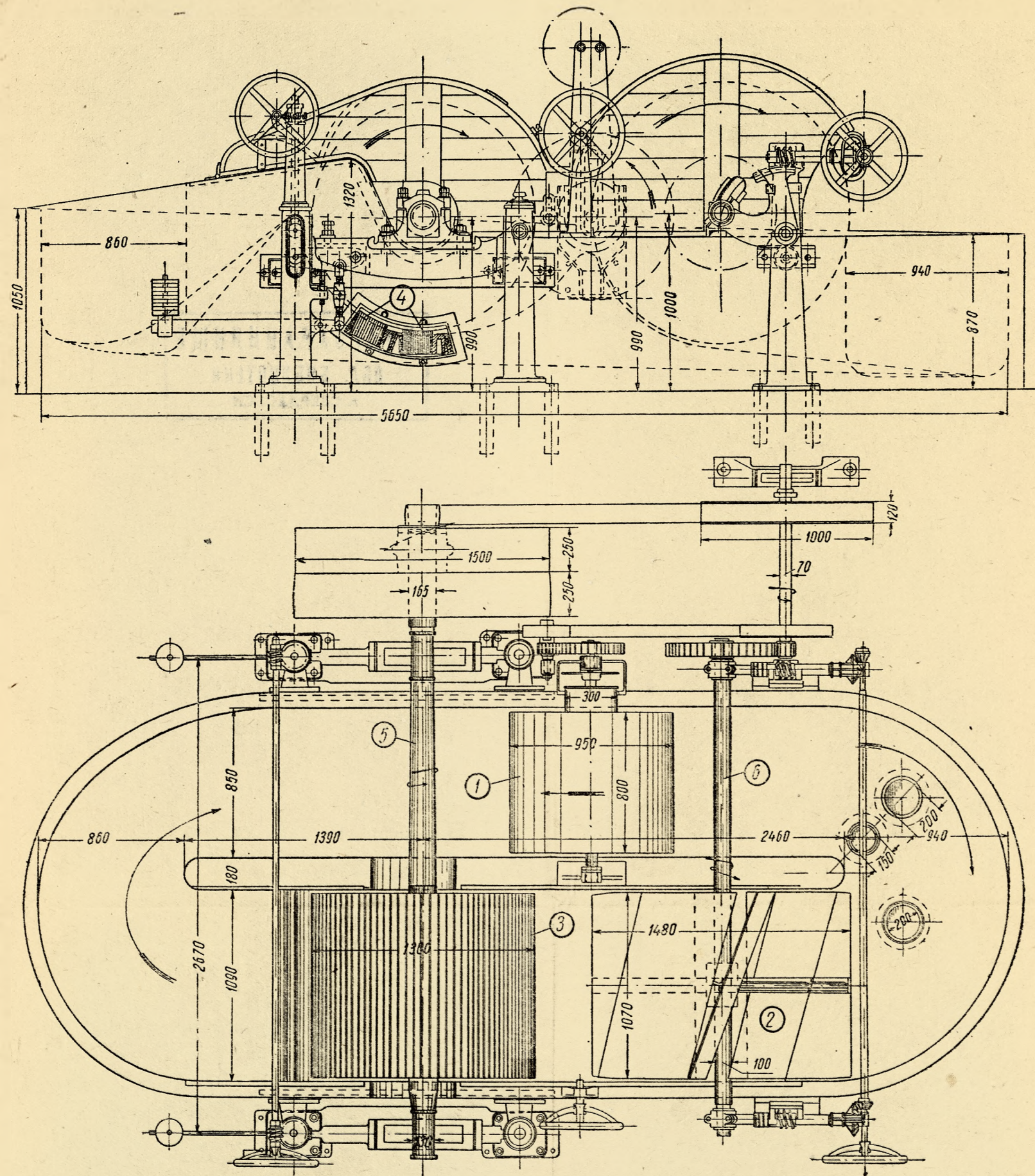


Рис. 32. Ролл с промывным барабаном и лопастным валом для ускорения движения массы  
 1—промывной барабан, 2—вал с лопастями, 3—размалывающий барабан, 4—планка.

Кулев. Производство соломенной массы.



Дризенса барабан имеет 1200 мм в диаметре, ширину 400 мм и примерно 60 ножей толщиной в 9 мм, планка имеет 9 ножей толщиной 8 мм. Масса, поступая, как указано, в канал, проходит между первым барабаном на валу и планкой, гонится во второй канал в встречном направлении по отношению к движению массы в первом канале и так далее, пока не приобретет нужного помола, который достигается соответствующей регулировкой прижима планки к барабану при помощи механизма *d*. Таким образом, если смотреть на ролл сбоку, например со стороны выступающего конца вала 1, то все барабаны на этом валу будут вращаться против часовой стрелки, а барабаны на валу 2—по часовой стрелке. Готовая масса через канал *c* поступает в массные чаны. Массу можно также спускать через люки *a* и после 5, 7 и 9 барабана, в зависимости от готовности ее. На одной фабрике в Голландии оборудован такой ролл с 12-ю барабанами, при чем он пропускает массы, достаточной для выработки 30 т соломенного картона в сутки.

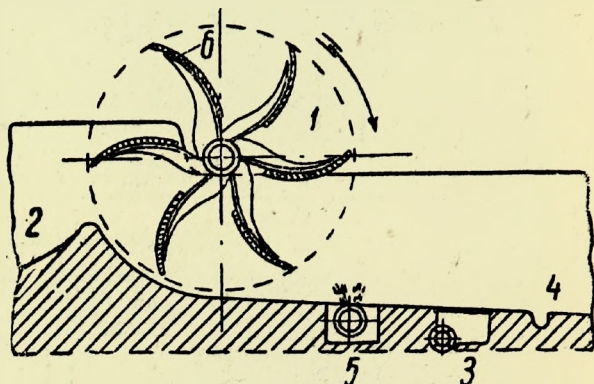


Рис. 34. Вал с лопастями вместо размалывающего барабана

1—вал с лопастями, 2—горка, 3—песколовитель, 4—гвоздеводитель, 5—труба, подводящая под ролл чистую воду, 6—лопасть.

Как указано на странице 6 схема 1, на некоторых наших фабриках непосредственно после выгрузки соломы из котлов, ее подвергают промывке, дабы освободить от извести и песка. Промывку производят в роллах, у которых размалывающий барабан заменен вращающимся валом с лопастями (рис. 34), служащими для гона массы в ванне ролла и делающего 10—15 оборотов в минуту. Промывные барабаны обтянуты медной сеткой № 45 или 50 и делают 6—10 оборотов в минуту. Такого типа ролл, применяемый также для промывки вареного тряпья, изображен на рис. 35.

Эта операция занимает времени:

на загрузку 1 ролла вместимостью 750 кг . . . . .	30 мин.
на промывку . . . . .	50 "
на спуск массы . . . . .	3 "

Итого . . . . . 1 час 23 мин.

При концентрации массы 3—4% ролл расходует энергии от 5 до 7 л. с.

После промывки, масса спускается в стечные ящики, где отстаивается в течение 10—12 часов, а затем поступает на размол в бегуны и в дальнейшую обработку, как изложено выше.

Бумага, вырабатываемая из соломенной массы, приготовленной по одному из описанных выше способов, всегда имеет характерный, свойственный соломенной массе вид. Для того чтобы разнообразить оттенки бумаги или придать неприятному грязновато бурому цвету более живую или красивую окраску, пользуются следующими методами:



1. Соломенную массу смешивают с бумажным браком определенного цвета, в результате чего бумага получает тот оттенок, который имеет добавляемый брак.

2. Для придания соломенной массе коричневого цвета поступают следующим образом.

Когда варка соломы с известью закончена, из варочного котла выпускают щелок и добавляют раствор железного купороса. Котел

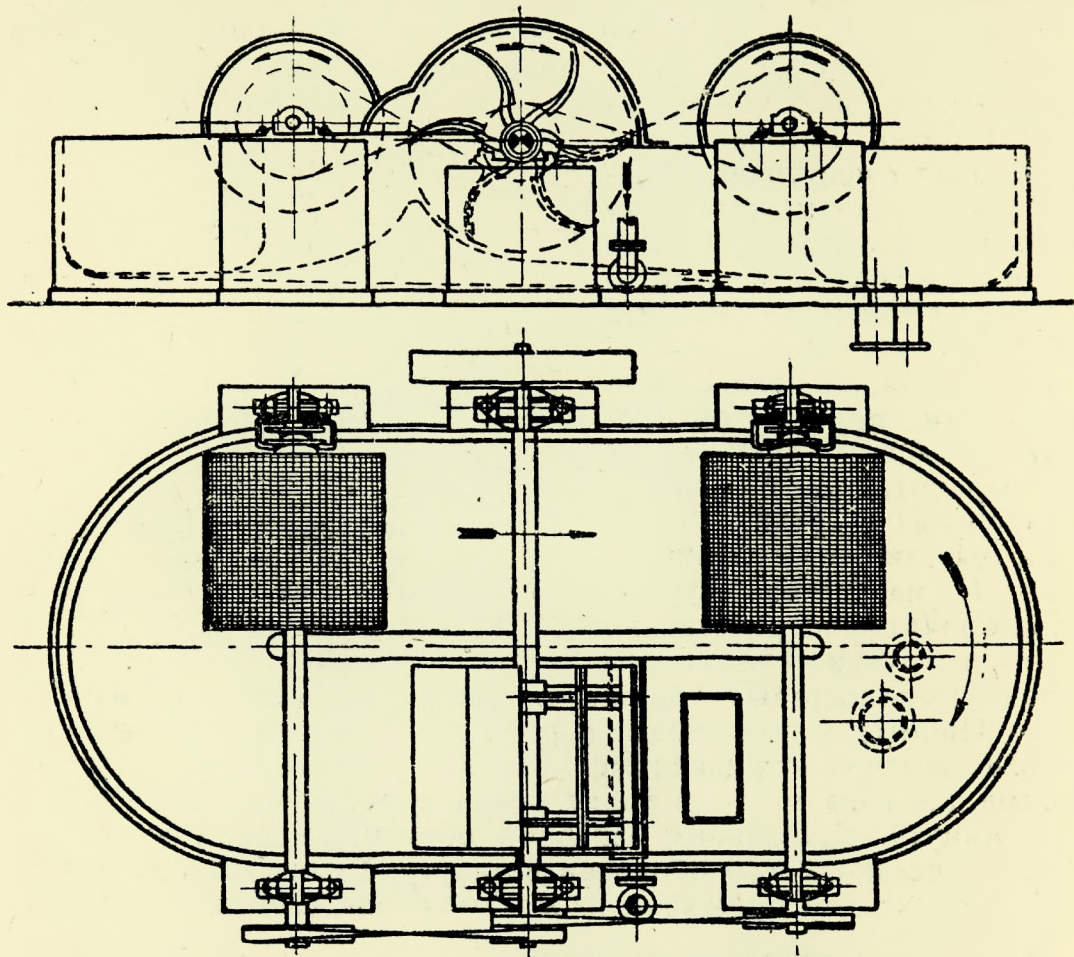


Рис. 35. Ролл для промывки соломенной массы

Приложение I. Оборудование фабрики для соломенно-тряпичных бумаг  
Производительность около 10 т бумаги в сутки.

1—тряпкорубка, 2—соломоревка, 3—варочные котлы, 4—бегуны, 5—бак для воды, 6—отбельные роллы, 7—мельница Жардана, 8—мешальные бассейны, 9—песочница, 1—сеточный стол, 11—сушильная часть, 12—мотовило для бумаги, 13—стол для разборки и накладки папки, 14—листорезка, 15—склеивающий станок, 16—промывной ролл, 16а—полумассный ролл, 17—насос для перекачки массы, 18—паровая машина, 19—насос для конденсационной воды, 20—пармашина для самочерпки, 21—паровые котлы, 22—дымовая труба, 23—бак для воды, 24—сборник конденсационной воды, 25—насос для сосунов.

Приложение II. Оборудование современной фабрики для производства соломенного картона.

0—соломоревка, 1—ковшевой элеватор, 1а—плоский ленточный транспортер, 2—набиватель, 3—мешалки для извести, 4—варочные котлы, 5—стечные ящики, 6—шнековые транспортеры, 7—бегуны, 8—лотковый ленточный транспортер, 8а—ковшевой элеватор, 9—бассейн для разжижения массы, 10—массные роллы, 11—массные бассейны самочерпки, 12—самочерпки, 13—ревательные станки, 14—клеяные станки для картона, 15—упаковочные пресса, 16—вытяжная вентиляционная шахта над самочерпками, 17—паровая машина (коленчатый вал по одной оси с главной трансмиссией), 18—подъемник для извести, 19—паровые котлы, 20—дымовая труба котельной.

с массой и купоросом заставляют вращаться в течение получаса без подогревания, после чего массу выгружают и подвергают обычной обработке. Масса приобретает глубокий коричневый цвет. Ко-

личество добавляемого купороса составляет от 5 до 10% от количества сечки, загруженной в котле.

3. Зеленую окраску соломенной массе можно придать обработкой медным купоросом и синим сандалом.

Перед тем как обрабатывать массу в бегунах, в последние загружают 2% от веса соломы сухого медного купороса и размалывают его в порошок. Затем в бегуны загружается тщательно промытая вареная солома и через десять минут после обработки с медным купоросом в бегуны задают 2% синего сандала, растворенного в горячей воде и продолжают помол, сколько того требует соломенная масса до окончания размола. Получается бумага зеленого цвета.

4. Если соломе хотят придать красную окраску, то массу, окрашенную в зеленый цвет, по предыдущему, загружают в ролл и прибавляют соляной кислоты. Интенсивность красной краски зависит от количества прибавленной кислоты.

5. В настоящее время наиболее распространенными в бумажном производстве являются анилиновые красители. Из них наиболее применимыми для закраски и подцветки соломенной массы являются основные и субстантивные, но при употреблении основных красителей нужно тщательно следить за тем, чтобы в массе не осталось извести после варки соломы, для чего ее следует тщательно промывать в промывных роллах и добавлять сернокислого глинозема.

Последнее особенно необходимо делать, если вода, применяемая на фабрике, жесткая, так как последняя осаждает основные красители.

§ 19. Заключение

Заграницей из 100-процентной соломенной массы готовят следующие бумаги:

весом 120—190 г кв. м	бумагу для упаковки бакалейных товаров;
„ 170—190 „ „ „	„ волнистой и просмоленной бумаги;
„ 100—180 „ „ „	„ упаковки мяса;
„ 70—150 „ „ „	„ изготовления бумажных пакетов;
„ 45 „ „ „	„ перекладывания фотографических пластинок.

С примесью от 10 до 40% макулатуры приготавливают бумагу весом 35—65 г кв. м для упаковки мыла.

Картон изготавливается из 100% соломенной массы весом от 280 до 450 г кв. м и выше.

У нас в Союзе распространено изготовление из соломенной массы оберточной бумаги, картона и толевого картона.

Приводим композиции некоторых из этих бумаг:

1) Соломенная обертка весом 110 г кв. м:

Соломенной массы . . . . . 100%

2) Полусоломенная обертка весом 130 г кв. м:

Тряпичной полумассы (лахман)	20%
Соломенной „	60 „
Бумбрака . . . . .	20 „



3) Полусоломенная обертка весом 60 г кв. м:

Тряпичной полумассы . . . . .	40%
Соломенной . . . . .	30 „
Бумбрака . . . . .	30 „

4) Соломенный картон и папка различных номеров:

Соломенной полумассы . . . . .	100%
--------------------------------	------

5) Толевый картон.

Тряпичной полумассы . . . . .	35%
Шерстяного тряпья . . . . .	25 „
Соломенной полумассы . . . . .	40 „

Расход волокна на указанные сорта на некоторых фабриках был принят следующий:

Для 100-граммовой соломенной обертки и соломенного картона на 100 кг бумаги—152 кг соломы.

Для 130-граммовой полусоломенной обертки на 100 кг бумаги:

Тряпья . . . . .	30 кг
Бумбрака . . . . .	17 „
Соломы . . . . .	98 „
<hr/>	
Всего . . . . .	145 кг

Для 60-граммовой полусоломенной обертки на 100 кг бумаги:

Тряпья . . . . .	62 кг
Бумбрака . . . . .	27 „
Соломы . . . . .	51 „
<hr/>	
Всего . . . . .	140 кг

На толевый картон на 100 кг картона:

Тряпья . . . . .	80,0 кг
Соломы . . . . .	61,5 „
<hr/>	
Итого . . . . .	141,5 кг

В среднем можно принять, что на выработку 100 кг соломенной бумаги требуется от 133 до 154 кг соломы.

Расход энергии составляет на 1 т бумаги в сутки от 10—15 л. с.

Количество рабочей силы зависит в большой мере от степени механизации завода.

У нас при расчетах крупных установок принимается расход рабочей силы на полусоломенную обертку от 8 до 10 чел./дней на 1 т, а на соломенный картон в среднем около 6 чел./дней, но на мелких фабриках расход рабсилы на полусоломенную обертку составляет от 9 до 15 чел./дней, а на соломенный картон и обертку от 10 до 12 чел./дней производственной рабсилы.

Прочность бумаги из соломенной массы могут иллюстрировать следующие примеры:

Образец каландрированной бумаги весом 100—105 г кв. м:

Разрывная длина . . . . .	2000 м
Средняя растяжимость . . . . .	1%

Образец каландрированной бумаги весом 170—180 г кв. м:

Разрывная длина . . . . .	2860 м
Средняя растяжимость . . . . .	2,4%

и наконец в лаборатории Берлин-Дален была испытана бумага, выработанная из ржаной соломы без применения химической обработки, которая дала следующие результаты:

Разрывная длина . . . . . 5200 м  
Средняя растяжимость . . . . . 4,5%

Прочность последнего образца лишний раз подтверждает, что в области использования соломы для выработки бумаг еще далеко не исчерпаны все возможности, и ставит под сомнение утверждение, что из соломы нельзя получить прочных бумаг.

Для иллюстрации расположения и оборудования заводов, производящих бумагу, папку и картон из соломенной массы, приводятся чертежи двух заводов.

В приложении I представлены чертежи бумажной фабрики в Китае, в городе Тзинанфу, вырабатывающей полусоломенную бумагу (с добавлением тряпья) в количестве около 10 тонн в сутки. Эта фабрика иллюстрирует малоразвитую механизацию транспортировки материалов в процессе самого производства. Например, подача соломенной сечки к варочным котлам, подача вареной соломы к бегунам, транспортировка ее от бегунов к роллам и т. д.

Кроме того обращает на себя внимание несоблюдение целесообразных санитарно-гигиенических и противопожарных условий в размещении и оборудовании тряпко-рубочного и соломорезательного отделений.

Особенностями рассматриваемого завода являются наличие отбельных ролл, мельницы Жордана и клееварочного отдела. В настоящем курсе ни один из этих этапов схемы соломенно-полумассного производства не разбирался вследствие следующих причин: обычно отбелка „соломенной массы“ ни у нас, ни в западной Европе, ни в Америке не практикуется, на рассматриваемом же заводе она введена в соответствии с специальными сортами бумаг, вырабатываемыми в Китае; мельницы Жордана применяются преимущественно при переработке целлюлозы и тряпья и подлежат изучению в соответствующих разделах курса „Технология бумаги“; на данном предприятии мельница Жордана установлена вследствие того, что в композицию вырабатываемой бумаги входит тряпье, которое домалывается на этой мельнице, что позволяет обходиться фабрике с одним полумассным и одним массным роллом; клееварочный отдел также оборудован вследствие специфических сортов бумаг, вырабатываемых на данной фабрике.

В приложении II представлена более усовершенствованная фабрика европейского типа для выработки соломенной папки и картона в количестве около 40 т в сутки, при среднем выходе около 70% продукции из соломы.

Как видно из чертежей, соломорезка 0 вынесена в отдельное помещение. Рубленая солома при помощи ковшевого элеватора 1 подается на плоский ленточный транспортер 1а, подающий сечку в помещение, расположенное под варочными котлами. Вареная солома из стечных ящиков 5 загружается в бегуны также механически—при помощи червячных транспортеров 6. Далее, выгрузка бегунов производится на лотковый ленточный транспортер 8 и ковшевым транспортером 8а подается в бассейн 9, где масса



размешивается и откуда поступает в роллы, а затем — на бумагоделательную машину.

Для расчета и проектирования соломенно-полумассных заводов можно исходить из следующих норм и коэффициентов.

Роллы устанавливаются, в зависимости от производительности завода, вместимостью до 400 кг абс. сухой соломы, считая что оборот ролла около 1 часа 30 мин.

Варочные котлы и бегуны также выбираются в зависимости от производительности завода, согласно таблицам помещенным на стр. 30 и 38.

Что касается самочерпки для выработки соломенной и полусоломенной обертки, то таковые конструируются со скоростью до 80 м в минуту.

Бумагоделательные машины для производства соломенного картона конструируются с рабочей шириной <sup>1</sup> до 3-х м, при чем производительность таких машин доходит до 11—11,5 т, считая на каждый погонный метр рабочей ширины. Так например, при 2 м рабочей ширины машины производительность последней может достигать 22—23 т в сутки.<sup>2</sup>

Средние скорости для таких машин принимают:

Для картона в	400 г кв. м . . . . .	скорость от 19 до 20 м в минуту.
"	" " 700 " " . . . . .	" ∞ 11
"	" " 1100 " " . . . . .	" ∞ 6

Расход пара на варку соломы принимается  $\sim 0,45$  кг насыщенного пара, при рабочем давлении в 4 атмосферы на 1 кг соломы (с влажностью 7%), загружаемой в котлы.

Расход пара на сушку в большой степени зависит от влажности бумаги, с которой последняя поступает на сушильные цилиндры самочерпки.

В среднем, на 1 кг готового картона, с 7% влажности, можно вести расчет пара, исходя из коэффициентов, приведенных в табл. на стр. 48.

Температура воды, которая подлежит испарению, принимается в 15° С.

При сушке соломенного картона не рекомендуется снимать с 1 кв. м сушильной поверхности цилиндров больше 6 кг бумаги в час, во избежание недосушки картона.

Расход энергии на производство картона можно рассчитывать, исходя из следующих норм:

на каждые 100 кг суточной производительности соломенного картона расходуется от 0,85 до 0,90 л. с., или (что то же самое) мощность, расходуемая на каждые 100 кг картона, составляет от 15 до 16 киловатт-часов.

*Пример.*

Суточная производительность завода составляет 40 т соломенного картона. Какова должна быть эффективная мощность двигателя?

<sup>1</sup> Под „рабочей шириной“ подразумевается ширина бумажной ленты, получаемой из бумагоделательной машины.

<sup>2</sup> Подробное описание устройства бумагоделательных машин изложено в части курса, специально посвященной этому вопросу.

Решение:

$$N_{\text{эф.}} = \frac{40000}{100} \cdot 0,90 = \sim 360 \text{ HP} = \infty 267 \text{ kw}$$

или

$$N_{\text{эф.}} = \frac{40000}{100,24} \cdot 16 = \sim 267 \text{ kw} = \sim 360 \text{ HP.}$$

Влажность картона, поступающего на сушильные цилиндры самочерпки: в %		36	37	38	39	40
Количество воды в кг, которое надлежит выпарить, считая на 1 кг картона: . . . . .		1,583	1,514	1,447	1,385	2,325
Расход насыщенного пара с давлением в 2 рабочих атмосферы	на сушку картона .	2,35	2,26	2,17	2,08	2,01
	на сушку, включая отопление и вентиляцию помещения самочерпки . . . . .	2,67	2,57	2,47	2,36	2,28
	включая потери в паропроводах . . . . .	2,75	2,65	2,55	2,43	2,35

Однако как общий расход пара на таких заводах, так и расход энергии можно понизить путем применения паровых машин с противодавлением и установки коленчатого вала на одной оси с главной трансмиссией, соединив их фрикционной или какой либо другой муфтой.

Расход воды составляет от 10 до 13 куб. м на 100 кг картона.

## § 20. Вопросы для самопроверки

- 1) Какова цель измельчения соломы перед варкой?
- 2) Какие существуют типы соломорезок?
- 3) Какие существуют установки для транспортирования резаной соломы?
- 4) В чем заключается пожарная опасность при транспортировке влажной соломы?
- 5) Какие положительные и отрицательные качества механических и пневматических транспортных установок?
- 6) Какой средний расход извести на варку соломы?
- 7) Следует ли нагревать воду для разводки известкового молока?
- 8) Какова цель варки соломы с известью?
- 9) Какие факторы влияют на варку?
- 10) Какой существует практический способ определения провара соломы?
- 11) В чем заключаются положительные и отрицательные качества шаровых и цилиндрических варочных котлов?
- 12) Из каких статей складывается расход тепла на варку?



13) Какое количество селесты расходуется при обработке соломы холодным способом?

14) Какова цель обработки соломы на бегунах?

15) Какой влажности поддерживается солома при размоле на бегунах?

16) Какой принцип устройства рола Дризенса?

17) В каких пределах колеблется выход бумаги из чистой соломы?

## § 21. Контрольные вопросы и работы

1. Из каких операций складывается соломенно-массное производство?

2. В чем сущность технологического процесса переработки соломы на полумассу и какую цель он преследует?

3. Для выработки 14 т воздушно-сухой соломенной массы израсходовано 25 т овсяной соломы. Сколько потребуется израсходовать ржаной соломы, чтобы получить такое же количество массы?

4. Сколько кг СаО содержится в 2,5 куб. м известкового молока крепостью 13° Бомер?

5. Какие вам известны методы варки соломы и их характерные особенности?

6. Составьте план реконструкции соломенно-массного завода, представленного в Приложении 1, и дайте обоснование вашей реконструкции.

## Использованная литература.

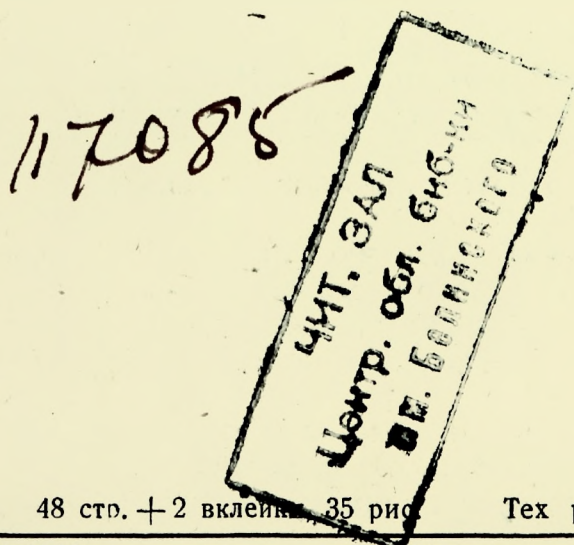
1. E. Kirchner. Das papier.

2. P. Korschilgen и Selleger. Technik und Praxis der Papierfabrication.

3. Alfons M. Haug Über die Natur der Cellulose aus Getreidestroh.

4. Ф. Мюллер. Производство бумаги и его оборудование.

Материалы из русских и иностранных уурналов.



Редактор А. Кони

48 стр. + 2 вклейки 35 рис.

Тех редактор Э. Бейлина

Сдано в набор 21/VIII 1933 г.

Подписано к печати 10/X 1933 г.

Формат бумаги 62×94. 1/16. Индекс Б-1-1. ЛО ЛТИ № 196. Тип. зн. в 1 п. л. 54400

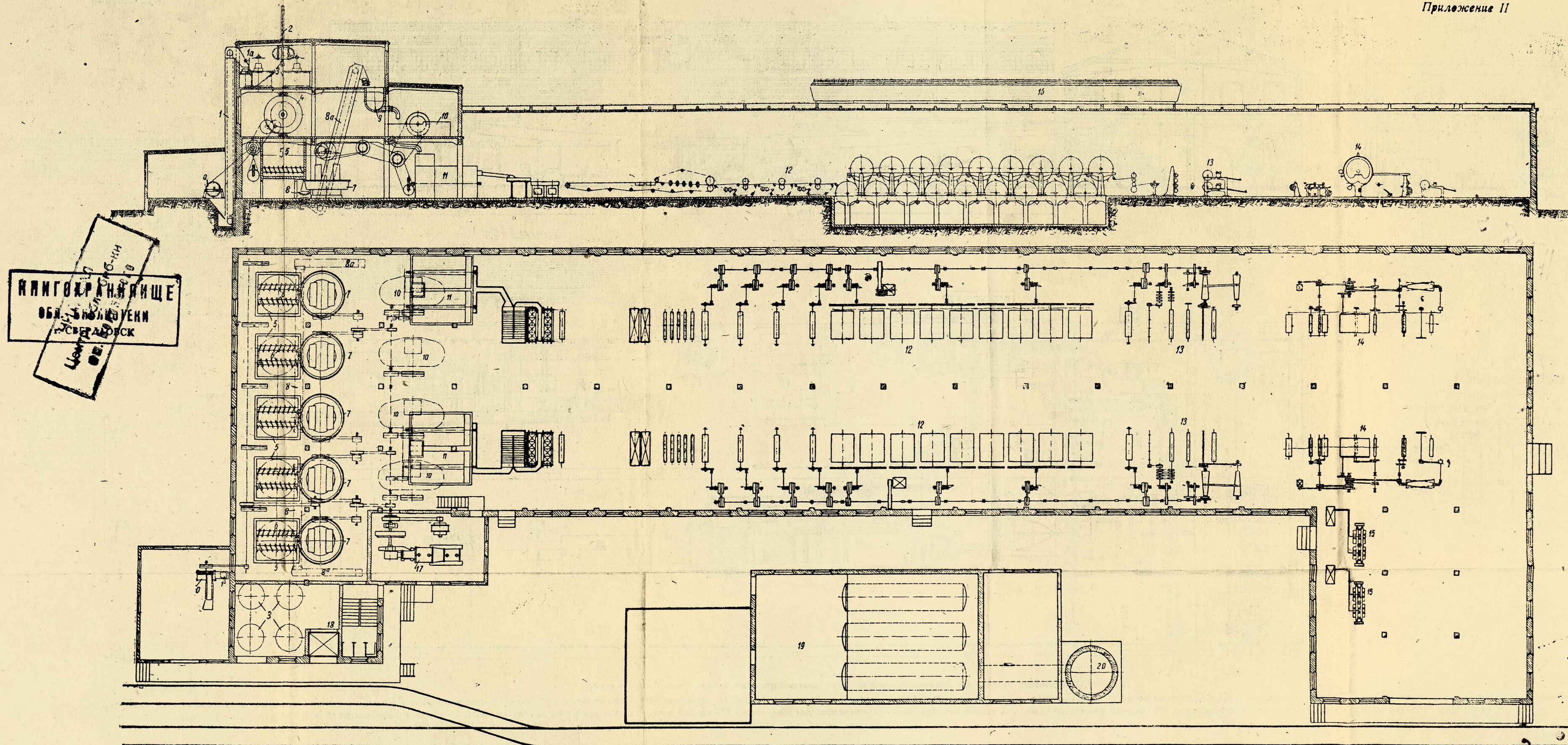
Ленгорлит № 25949

Тираж 2200. Объем 3 1/4 л.

Заказ № 3768

2-ая тип. Изд-ва Лениблисполкома и Совета. Ул. 3 Июля, 55.





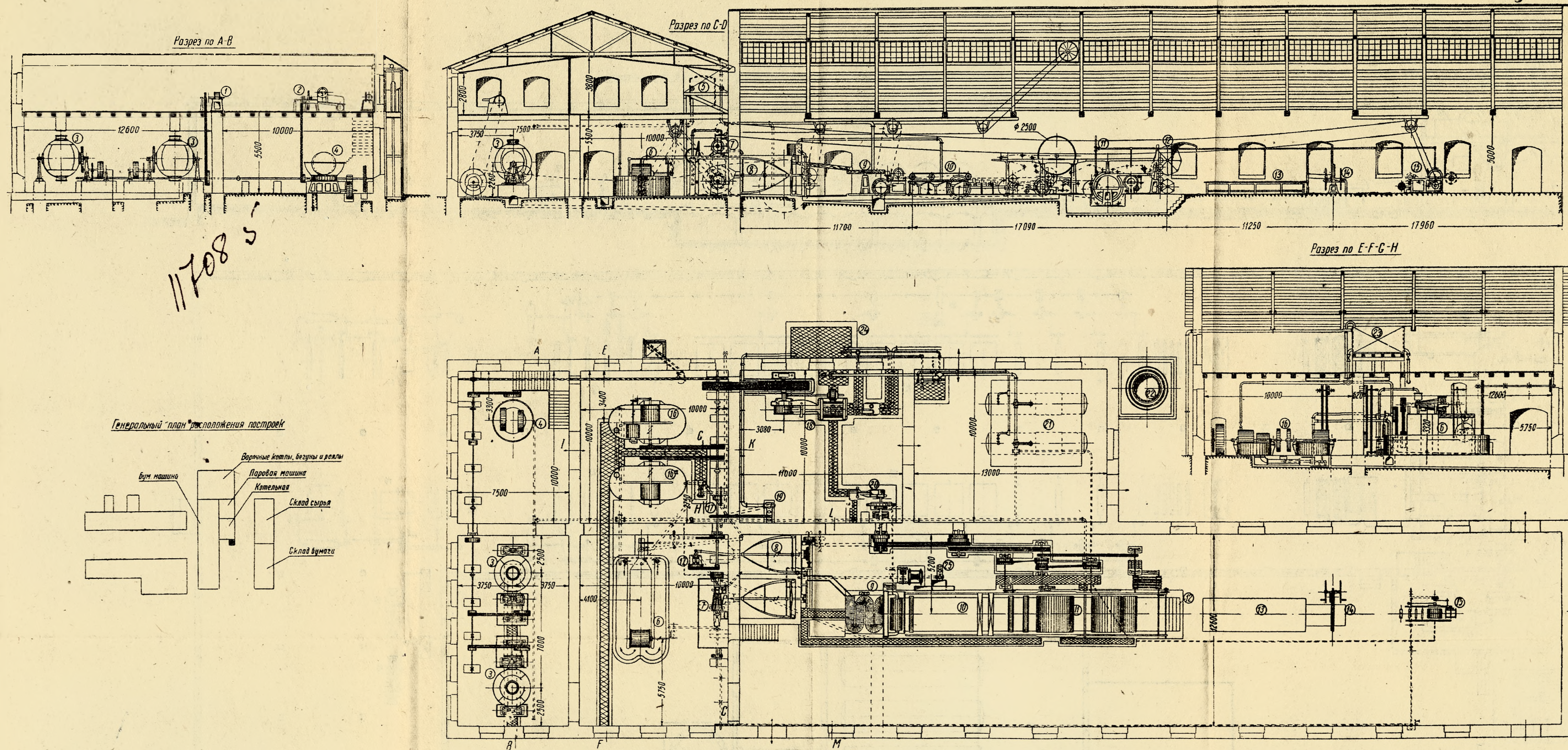
ЯНГОКРАНИИЩЕ  
ОБЪЕДИНЕНН  
СВЕРДЛОВСКО  
Центр

Оборудование современной фабрики для производства соломенного картона.

О—соломорезка, 1—ковшевой элеватор, 1а—плоский ленточный транспортер, 2—набиватель, 3—мешалки для извести, 4—варочные котлы, 5—стечные ящики, 6—шнековые транспортеры, 7—бегуны, 8—лотковый ленточный транспортер, 8а—ковшевой элеватор, 9—бассейн для разжижения массы, 10—массные роллы, 11—массные бассейны самочерпки, 12—самочерпки, 13—резательные станки, 14—клеяные станки для картона, 15—упаковочные прессы, 16—вытяжная вентиляционная шахта над самочерпками, 17—паровая машина (коленчатый вал на одной оси с главной трансмиссией), 18—подъемник для извести, 19—паровые котлы, 20—дымовая труба котельной.

Кулев—Производство соломенной массы.





Оборудование фабрики для соломенно-тряпичных бумаг. Производительность около 10 тонн бумаги в сутки.

1—трябкорубка, 2—соломорезка, 3—варочные котлы, 4—бегуны, 5—бак для воды, 6—отбельные роллы, 7—мельница Жардана, 8—мешальные бассейны, 9—песочница, 10—сеточный стол, 11—сушильная часть, 12—мотовило для бумаги, 13—стол для разборки и накладки папки, 14—листорезка, 15—склеивающий станок, 16—про-  
мывной ролл, 16а—полумасный ролл, 17—насос для перекачки массы, 18—паровая машина, 19—насос для конденсационной воды, 20—пармашина для самочерпки, 21—паровые котлы, 22—дымовая труба, 23—бак для воды, 24—сборник конденсационной воды, 25—насос для сосунов.







Цена 75 н.

№ 16404

ПРОДАЖА КНИГ И ЖУРНАЛОВ ПО ЛЕСНОЙ  
И БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В МАГА-  
ЗИНАХ КНИГОЦЕНТРА ОГИЗ'а—ЛЕНИНГРАД,  
ПР. 25 ОКТЯБРЯ, 28, ДОМ КНИГИ

ПРИ ЗАКАЗЕ ПО ПОЧТЕ КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ  
НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ В ЛЮБОЙ ПУНКТ  
С С С Р

ЕСЛИ ЭТИХ КНИГ В МАГАЗИНАХ КОГИЗ'а НЕТ,  
ТО ПРОСИМ НЕМЕДЛЕННО СООБЩИТЬ В ГОС-  
ЛЕСТЕХИЗДАТ, ПР. 25 ОКТЯБРЯ, 5